دسواں حصہ

فزکس

متفرق موضوعات

قدیر قریشی

سائنس کی دنیا
SCIENCE KI DUNIYA

پیشکش: سائنس کی دُنیا

زیر نظر کتاب ہمارے فیس بک گروپ "سائنس کی دُنیا" میں گزشتہ بارہ برسوں کے دوران کئے گئے سائنسی مواد کو مرتب کرنے کی ایک کوشش ہے۔ یہ فائل جناب **قدیر قریشی** صاحب کے ان مضامین پر مشتمل ہے جو فزکس جیسے سنجیدہ موضوع کو دلچسپ اور قابل فہم بنا دیتے ہیں۔

مجموعی طور پر یہ اس کتاب کا دسواں حصہ ہے۔ ابتدائی حصے پہلے ہی قارئین تک پہنچ چکے ہیں اور ان کے ڈاونلوڈ لنکس فائل ہذا کے آخری صفحے پر دیے گئے ہیں۔ آئندہ مزید موضوعات پر مبنی فائلیں بھی اسی سلسلے میں پیش کی جائیں گی – کہ یہ کاروانِ علم رُکے نہیں، بڑھے!

انتظامیہ: سائنس کی دُنیا
17-Dec-2025

سائنس کی دُنیا – سوشل میڈیا پر

سائنس کی دُنیا اب مختلف پلیٹ فارمز پر فعال ہے۔ ہم نے ہر پلیٹ فارم کو مخصوص مقصد کے لیے ترتیب دیا ہے تاکہ آپ کو معیاری، تحقیق پر مبنی اور آسان فہم علمی مواد ایک ہی جگہ میسر رہے۔

بلاگ (Blog): یہاں ہم سائنسی تحریریں، مضامین اور مختصر وضاحتی آرٹیکلز شیئر کرتے ہیں۔

https://sciencekiduniyagroup.blogspot.com/

یوٹیوب (YouTube): یہاں ہم طویل سائنسی وڈیوز، سائنسی حقائق، پوڈکاسٹ اور انٹرویز شیئر کرتے ہیں۔

https://www.youtube.com/@sciencekiduniyagroup/videos

ٹک ٹاک (TikTok): یہاں مختصر سائنسی کلپس شیئر کیے جاتے ہیں۔

https://www.tiktok.com/@sciencekiduniyaofficial

انسٹاگرام (Instagram): یہاں مختصر سائنسی کلپس شیئر کیے جاتے ہیں

https://www.instagram.com/sciencekiduniyaofficial/

آرکائیو (Archive Library): یہ ہماری ڈیجیٹل سائنسی لائبریری ہے، جہاں آپ کو

- موضوعات کے مطابق تیار شدہ کتابچے،
- سوال و جواب کی سیریز،
- سائنسی گرافکس،
- اور ویڈیوز

ایک ہی جگہ مل جائیں گے۔

https://archive.org/details/@science_ki_duniya...

واٹس ایپ چینل (WhatsApp Channel):

https://whatsapp.com/channel/0029VaQxhefDTkJviMBBs21p

فیس بک گروپ 1:

https://www.facebook.com/groups/ScienceKiDuniya

فیس بک گروپ 2:

https://www.facebook.com/groups/duniyaescience

فہرست مضامین

عمومی نظریہ اضافت

نظریہ اضافت (جسے عمومی نظریہ اضافت بھی کہا جاتا ہے) کششِ ثقل کے بارے میں آئن سٹائن کا ایک جیومیٹری کی بنا پر پیش کیا گیا نظریہ ہے جسے اب جدید طبیعات میں کششِ ثقل کی قابلِ اعتماد وضاحت مانا جاتا ہے۔ عمومی نظریہ اضافت میں آئن سٹائن کے خصوصی نظریہ اضافت اور نیوٹن کے کششِ ثقل کے قوانین کی ایک عمومی توضیح کی جاتی ہے جس کے مطابق کششِ ثقل زمان و مکان یعنی سپیس ٹائم کی ایک ایسی خصوصیت ہے جو جیومیٹری کے ذریعے بیان کی جاسکتی ہے۔ خصوصاً سپیس ٹائم میں گھماؤ (curvature) اس میں موجود مادہ اور شعاعوں (فوٹونز) کی توانائی اور مومینٹم کے ساتھ منسلک ہے۔ اس تعلق کو آئن سٹائن کی فیلڈ مساوات (field equations) میں ظاہر کیا گیا ہے جو کہ چند partial differential equations پر مشتمل ہیں۔

عمومی نظریہ اضافت کی کچھ پیش گوئیاں کلاسیکی طبیعات کی پیش گوئیوں سے بہت مختلف ہیں۔ خاص طور پر وقت کے گزرنے، خلا کی جیومیٹری، آزادانہ طور پر گرتے ہوئے اجسام کی حرکات اور روشنی کے گزرنے کے بارے میں دونوں میں اختلاف پایا جاتا ہے۔ ان کی کچھ مثالیں یہ ہیں: کششِ ثقل کی وجہ سے وقت کی رفتار کم ہو جانا، کششِ ثقل کا عدسے کی طرح کام کرنا، کششِ ثقل کی وجہ سے روشنی کے رنگوں کا سرخی کی طرف مائل ہونا وغیرہ۔

عمومی نظریہ اضافت کے حوالے سے آج تک جتنے بھی تجربات کیے گئے ہیں ان میں اس کی پیش گوئیاں درست ثابت ہوئی ہیں۔ اگرچہ عمومی نظریہ اضافت کششِ ثقل کی واحد تھیوری نہیں ہے لیکن باقی تھیوریوں کی نسبت یہ سب سے سادہ ہے اور اس کی پیش گوئیاں باقی تھیوریوں کی نسبت زیادہ صحیح ثابت ہوئی ہیں۔ لیکن ابھی تک بہت سے سوالات کے جواب دینا باقی ہیں۔ سب سے بنیادی مسئلہ یہ ہے کہ عمومی نظریہ اضافت کو کوانٹم فزکس کے ساتھ کس طرح منطبق کیا جائے تاکہ کششِ ثقل کی کوانٹم فزکس کی رو سے وضاحت کی جاسکے۔

آئن سٹائن کے نظریات کے بہت سے نتائج دیکھے جا چکے ہیں۔ مثال کے طور پر عمومی نظریہ اضافت بلیک ہولز کی پیش گوئی کرتا ہے جس میں ایک بہت زیادہ کمیت والے ستارے کی زندگی کے اختتام پر اس میں موجود مادہ کے اپنے مرکز کی طرف گرنے کی وجہ سے سپیس ٹائم اتنا مسخ ہو جاتا ہے کہ اس سے کچھ بھی باہر نہیں نکل سکتا، حتیٰ کہ روشنی بھی نہیں۔ ہمارے پاس اب ایسے بہت سے شواہد ہیں کہ بہت دور موجود کچھ اجسام میں سے بے انتہا طاقتور شعاعوں کا اخراج اس وجہ سے ہوتا ہے کہ وہاں پر ایک بلیک ہول موجود ہے۔ مثال کے طور پر مائکرو کویزارز اور کہکشاؤں کے مرکز سے نکلنے والی شعاعیں بالترتیب ستاروں کے گرنے سے بنے بلیک ہول اور سپرماسیو بلیک ہول (supermassive black hole) کی وجہ سے ہوتی ہیں۔

کششِ ثقل کی وجہ سے روشنی کے مڑ جانے سے gravitational lensing کا مظہر پیدا ہوتا ہے جس کی وجہ سے دور دراز کے فلکی اجسام دو یا دو سے زیادہ جگہ نظر آنے لگتے ہیں۔ عمومی نظریہ اضافت کی ایک اور پیش گوئی کششِ ثقل کی لہریں ہے جن کا بالواسطہ طور پر تو مشاہدہ کیا

جاچکا ہے لیکن بلاواسطہ مشاہدے کے لیے LIGO، eLISA اور pulsar timing array جیسے انسٹرومنٹس بنائے گئے ہیں۔ اس کے علاوہ عمومی نظریہ اضافت کائنات کے پھیلاؤ کے موجودہ ماڈل کی بنیاد بھی فراہم کرتا ہے۔

نظریہ اضافت کا ٹیسٹ

یورپین سپیس ایجنسی نے 2014 میں دو سیٹلائٹس لانچ کیں جن کا مقصد گلوبل پوزیشننگ سسٹم یعنی یورپین GPS کو بہتر بنانا تھا۔ ان سیٹلائیٹس میں انتہائی ایکوریٹ ایٹمی کلاک نصب ہوتے ہیں اور انہیں عموماً ایسے مدار میں رکھا جاتا ہے جو بالکل سرکلر (circular) ہوں تاکہ ان کا زمین سے فاصلہ ہمیشہ ایک سا رہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ جہاں کشش ثقل زیادہ ہو وہاں کلاک کچھ سست رفتار ہو جاتے ہیں اور جہاں کشش ثقل کم ہو وہاں کلاک کی رفتار کچھ تیز ہو جاتی ہے۔ جی پی ایس کی ایکوریسی کے لیے یہ انتہائی ضروری ہے کہ ان کلاکس میں ذرا سی بھی تبدیلی نہ ہو۔

ان دو سیٹلائٹس کو روس کے ایک راکٹ کے ذریعے زمین سے 23000 کلومیٹر بلند مدار میں پہنچانا مقصود تھا۔ لیکن روسی راکٹ کی آخری سٹیج میں فنی خرابی کی وجہ سے انہیں مطلوبہ مدار میں نہ پہنچایا جا سکا۔ راکٹ کے تھرسٹرز میں خرابی کی وجہ سے سیٹلائٹس کے لانچ کی سمت غلط ہو گئی۔ اس غلطی کی وجہ سے یہ دونوں سیٹلائٹس سرکلر مدار کے بجائے انتہائی لمبوترے بیضوی مدار میں چلی گئیں جو جی پی ایس کے لیے بالکل بے کار مدار تھا۔ جب یہ سیٹلائٹس زمین کے نزدیک ہوتیں تو اتنا نزدیک آ جاتیں کہ ان کا ٹریکنگ سسٹم سیٹلائٹس کے اینٹینا کی سمت درست نہ کر پاتا، اور جب یہ زمین سے دور جاتیں تو اتنا دور چلی جاتیں کہ وین ایلن ریڈی ایشن بیلٹ میں پہنچ جاتیں جہاں کی ریڈی ایشن سے ان سیٹلائٹس کے کمپیوٹر اور الیکٹرانکس کے کام میں خلل پڑنے لگتا کیونکہ ان سیٹلائٹس میں الیکٹرانکس کو وین ایلن بیلٹ کی شعاعوں سے محفوظ رکھنے کا انتظام موجود نہیں تھا۔

اپنے غلط مدار کی وجہ سے ان سیٹلائٹس کو فی الحال جی پی ایس کے لیے استعمال نہیں کیا جا سکتا تھا۔ لیکن سائنس دانوں کے لیے اب دونوں سیٹلائٹس کا مدار آئن سٹائن کی جنرل تھیوری آف ریلیٹیویٹی کی پیش گوئیوں کو ٹیسٹ کرنے کا ایک نادر موقع تھا۔ اس قسم کے مشن سائنس دان کئی سالوں سے تجویز کر رہے تھے۔ ان سائنس دانوں کی تجویز یہ تھی کہ زمین کے گرد انتہائی لمبوترے یعنی بیضوی مدار میں ایسے سیٹلائٹس کو چھوڑا جائے جن میں انتہائی پریسائز اور ایکوریٹ ایٹمی کلاکس ہوں۔ عمومی نظریہ اضافت کی پیش گوئی یہ ہے کہ جہاں کشش ثقل زیادہ ہو وہاں وقت کی رفتار سست ہو جاتی ہے۔ اس مظہر کو گریویٹیشنل ٹائم ڈائلیشن کہا جاتا ہے۔ اگر نظریہ اضافت درست ہے تو جب یہ سیٹلائٹس زمین کے پاس ہوں گی تو زمین کی کشش ثقل کی وجہ سے ان کے ایٹمی کلاک کو سست رفتار ہو جانا چاہیے اور جب یہ زمین سے بہت دور ہوں تو ان کے ایٹمی کلاک کو کچھ تیز رفتار ہو جانا چاہیے۔ لیکن اس قسم کے ٹیسٹ پر اس قدر لاگت آتی ہے کہ کوئی حکومتی ایجنسی ان تجاویز کے لیے فنڈز فراہم کرنے کو تیار نہیں تھی۔

اب یورپین سپیس ایجنسی کی یہ دونوں ناکارہ سیٹلائٹس ایک ایسے مدار میں تھیں جو انہیں کبھی تو زمین کے انتہائی قریب لے آتا تھا اور کبھی زمین سے بہت دور لے جاتا تھا۔ گویا ان کو سپیس میں بھیجنے والے روسی راکٹ کی فنی خرابی کی وجہ سے یہ سیٹلائٹس عین اس حالت میں تھیں جس کی تجویز سائنس دان برسوں سے پیش کر رہے تھے۔ بلی کے بھاگوں چھینکا ٹوٹا کے مصداق سائنس دانوں نے یورپین ایجنسی کو یہ تجویز پیش کی کہ ان دو سیٹلائٹس کے مدار کو درست کرنے کی کوشش سے پہلے انہیں نظریہ اضافت کی پیش گوئی کو ٹیسٹ کرنے کے لیے استعمال کیا جائے۔ یعنی ان دونوں سیٹلائٹس پر موجود ایٹمی کلاک کے ٹائم کا زمین پر موجود ایٹمی کلاک کے ٹائم سے موازنہ کیا جائے۔ اگر نظریہ اضافت درست ہے تو سیٹلائٹ کے ایٹمی کلاک اور زمین کے ایٹمی کلاک کے ٹائم میں نہ صرف فرق ہو گا بلکہ اس فرق کی مقدار میں کمی بیشی بھی ہو گی۔ جب یہ سیٹلائٹ زمین کے

قریب ہوں گی تو سیٹلائٹ کے ٹائم اور زمین کے ٹائم میں فرق نسبتاً کم ہو گا اور جب یہ سیٹلائٹ زمین سے دور ہوں گی تو یہ فرق بھی زیادہ ہو گا۔ اگر اس فرق کو گراف پر پلاٹ کیا جائے تو یہ ایک سائن ویو کی طرح ہو گا جس کا پیریڈ ان سیٹلائٹ کی مداروی گردش کے دورانیے کے برابر ہو گا۔

اس ٹیسٹ کی خوبی یہ ہے کہ اس میں ہمیں صرف یہ پیمائش کرنا ہے کہ سیٹلائٹ کے ایٹمی کلاک میں دکھایا جانے والا وقت زمین سے فاصلے کی تبدیلی کے ساتھ کس طرح تبدیل ہو رہا ہے۔ اگر ایٹمی کلاک میں کوئی error ہے (مثلاً یہ کلاک زمینی کلاک سے ایک مائیکرو سیکنڈ آگے ہو) تو یہ ایرر اس وقت بھی موجود ہو گی جب سیٹلائٹ زمین سے دور ہے اور اس وقت بھی موجود ہو گی جب سیٹلائٹ زمین کے نزدیک ہے۔ اس لیے جب ان دونوں پیمائشوں کا فرق کیلکولیٹ کریں گے تو یہ ایرر زائل ہو جائے گی اور ہمیں دونوں پیمائشوں کا فرق انتہائی زیادہ ایکوریسی کے ساتھ معلوم ہو جائے گا۔

یورپین سپیس ایجنسی نے اس ٹیسٹ کی منظوری دے دی۔ اس تجربے میں ان سیٹلائٹس کے کلاکس کا کئی دنوں تک تفصیلی ریکارڈ رکھا گیا اور اس ریکارڈ کے تجزیے سے یہ معلوم کیا گیا کہ ان ایٹمی کلاکس کے وقت کی رفتار میں زمین کے فاصلے میں تبدیلی کی وجہ سے کیا تبدیلیاں آئیں۔ یہ تبدیلیاں عین وہی تھیں جن کی پیش گوئی نظریہ اضافت کی رو سے کی گئی تھی۔ نظریہ اضافت کو ٹیسٹ کرنے کے لیے اب تک جتنے بھی تجربات کیے گئے ہیں، ان سیٹلائٹس کی مدد سے گریویٹیشنل ٹائم ڈائلیشن کی پیش گوئی کا ٹیسٹ ان میں سب سے زیادہ پریسائز ٹیسٹ ثابت ہوا ہے۔ اور ابھی تک جنرل تھیوری آف ریلیٹیویٹی کی تمام پیش گوئیاں درست ثابت ہوئی ہیں۔

خوش آئند بات یہ ہے کہ یہ دونوں سیٹلائٹس غلط مدار میں لانچ ہونے کے باوجود ضائع نہیں ہوئیں۔ ان کے سٹیئرنگ راکٹس کو استعمال کر کے انجنیئرز آہستہ آہستہ ان سیٹلائٹس کے مدار کو درست مدار کی طرف لا رہے ہیں اور اب یہ سیٹلائٹس کم و بیش درست مدار میں پہنچ چکی ہیں۔ اگرچہ ان سیٹلائٹس نے ابھی تک جی پی ایس لوکیشن انفارمیشن بھیجنے کے کام کا آغاز نہیں کیا کیونکہ ابھی ان کی ہارڈ ویئر کو ٹیسٹ کیا جا رہا ہے اور ان میں نئی سافٹ ویئر لوڈ کی جا رہی ہے۔ لیکن امید کی جاتی ہے کہ جلد ہی یہ سیٹلائٹس اپنے اصل کام یعنی جی پی ایس لوکیشن انفارمیشن بھیجنے کا کام شروع کر دیں گی۔

اوریجنل انفارمیشن کا لنک:

https://www.facebook.com/veritasium/videos/253374656769958

آئن سٹائن کا سرنگ میں ٹرین کا تناقض

فرض کیجیے کہ ایک ٹرین روشنی کی رفتار کے قریب قریب ایک سرنگ کی طرف بڑھ رہی ہے۔ آئن سٹائن کے نظریہ اضافت کی رُو سے زمین پر موجود 'سارہ' کو اس ٹرین کی لمبائی کم نظر آئے گی کیونکہ اس کے نقطہ نظر سے ٹرین کی رفتار روشنی کی رفتار کے قریب ہے۔ چنانچہ سارہ کے نقطہِ نظر سے ٹرین سُکڑ گئی ہے اور اس کی لمبائی سرنگ کی لمبائی سے کم ہے کیونکہ سرنگ ساکن ہے۔ لیکن ٹرین میں موجود 'ایڈم' کے نقطہ نظر سے ٹرین ساکن ہے اور زمین مخالف سمت میں تیزی سے سفر کر رہی ہے چنانچہ ایڈم کے نقطہ نظر سے ٹرین کی لمبائی معمول کے مطابق ہے لیکن تمام دنیا اور خاص طور پر یہ سرنگ سُکڑ گئی ہے۔ نظریہ اضافت کی رو سے دونوں نقطہ ہائے نظر درست ہیں۔

اگر یہ ٹرین اس سرنگ سے گزرتی ہے تو دونوں کا مشاہدہ کیا ہو گا؟

فرض کیجیے کہ جیسے ہی ٹرین اس سرنگ میں داخل ہوتی ہے، ہم اس سرنگ کے دونوں دروازے کچھ دیر کے لیے بند کر دیتے ہیں۔ سارہ کے نقطہ نظر سے ٹرین چونکہ سُکڑ گئی ہے اس لیے ٹرین کی لمبائی سرنگ کی لمبائی سے کم ہے۔

لیکن ایڈم کے نقطہ نظر سے سرنگ سُکڑ گئی ہے اور سرنگ کی لمبائی ٹرین کی لمبائی سے کم ہے۔ اگرچہ سارہ اور ایڈم اس بات پر اتفاق نہیں کریں گے کہ ٹرین سُکڑ گئی ہے یا سرنگ، لیکن اس بات پر دونوں کا اتفاق ضروری ہے کہ جب سرنگ کے دروازے بند ہوتے ہیں تو ٹرین دروازے سے ٹکراتی ہے یا نہیں۔ اگر سارہ یہ مشاہدہ کرتی ہے کہ ٹرین دروازے سے نہیں ٹکراتی تو لازم ہے کہ ایڈم بھی یہی مشاہدہ کرے کہ ٹرین دروازے سے نہیں ٹکرائی۔ لیکن ایسا کیسے ممکن ہے جب کہ ایڈم نے واضح طور پر یہ مشاہدہ کیا کہ سرنگ ٹرین سے چھوٹی تھی؟

اس کا جواب یہ ہے کہ آئن سٹائن کے نظریہ اضافت کے مطابق دو مشاہدہ کرنے والے اس بارے میں غیر متفق ہو سکتے ہیں کہ دو واقعے بیک وقت ہوئے یا یکے بعد دیگرے۔ سارہ کے نقطہ نظر سے سرنگ کے دونوں دروازے بیک وقت بند ہوئے جبکہ ایڈم کے نقطہ نظر سے دونوں دروازے ایک ساتھ بند نہیں ہوئے۔

چنانچہ ایڈم کے نقطہ نظر سے بھی تمام کی تمام ٹرین بغیر دروازے سے ٹکرائے حفاظت سے اس سرنگ سے گزر گئی، اگرچہ اس کے مطابق سرنگ ٹرین سے چھوٹی تھی۔

آیئے اب اسی مثال کا ایک اور پہلو دیکھتے ہیں۔ اس دفعہ ہم یہ فرض کرتے ہیں کہ سرنگ کے دونوں دروازے مستقل طور پر بند ہو جاتے ہیں اور ٹرین سرنگ میں مقید ہو جاتی ہے۔ چونکہ سارہ ٹرین کو مکمل طور پر سرنگ کے اندر مقید دیکھتی ہے اس لئے ایڈم کا مشاہدہ بھی بالکل ایسا ہی ہونا چاہیے۔ لیکن یہ کیسے ممکن ہے؟

اس کا جواب یہ ہے کہ ٹرین لچکدار ہوتی ہے یعنی آپ اسے ایک واحد ٹھوس مستطیل تصور نہیں کر سکتے۔ ہم اسے بہت سے مستطیل اجسام تصور کر سکتے ہیں جن کے آپس کے جوڑ لچکدار ہیں۔ اگر ٹرین ایک واحد ٹھوس مستطیل ہوتی تو اس کے ایک سرے پر لگائی گئی قوت فوراً ہی ٹرین میں

ہر جگہ محسوس کی جاسکتی۔ اس کا مطلب یہ ہوتا کہ ہم بغیر کسی تاخیر کے ایک سگنل اس مستطیل کے ایک سرے سے دوسرے سرے تک پہنچاسکتے۔ لیکن آئن سٹائن کے نظریہ کی رو سے کوئی بھی سگنل روشنی کی رفتار سے زیادہ تیزی سے سفر نہیں کر سکتا۔

اس کے بر عکس اگر ہم اس ٹرین کو بہت سے حصوں پر مشتمل تصور کریں اور اس کے ایک سرے پر قوت لگائیں تو دوسرے سرے تک وہ قوت فوراً نہیں پہنچ پائے گی بلکہ ہر مستطیل اپنے ساتھ والی مستطیل کو یہ قوت منتقل کرے گی جس میں کچھ وقت صرف ہو گا۔ چنانچہ اس قوت کا اثر دوسرے سِرے پر کچھ دیر میں پہنچے گا اور یوں اس سگنل کی رفتار روشنی کی رفتار سے یقیناً کم ہو گی۔ اگر ہم یہ فرض کریں کہ اس سرنگ کے دروازے ناقابلِ شکست یعنی unbreakable ہیں تو جب ٹرین کا اگلا حصہ سرنگ کے دروازے سے ٹکرائے گا تو ٹرین کا وہ حصہ ساکن ہو جائے گا جبکہ ٹرین کا پچھلا حصہ ابھی اسی رفتار سے حرکت کر رہا ہو گا جس رفتار سے ٹرین دروازے سے ٹکرانے سے پہلے حرکت کر رہی تھی۔ یوں دونوں دروازے بند ہونے کے بعد ایڈم اور سارہ دونوں اس بات پر متفق ہوں گے کہ تمام کی تمام ٹرین سرنگ کے اندر ہی ہے۔ یہ بات ذہن میں رکھیے گا کہ یہ تمام کاروائی زمین کے ریفرنس فریم میں ہو رہی ہے۔

اب ہم ایک اور مثال لیتے ہیں۔ اس مثال میں ٹرین کسی سرنگ میں نہیں ہے بلکہ ایک ایسے پُل پر سے گزر رہی ہے جس کا ایک ٹکڑا گر چکا ہے۔ سارہ کے نقطہ نظر سے ٹرین پُل کے ٹوٹے ہوئے حصے کی نسبت بہت چھوٹی ہے اس لیے پُل سے نیچے گر جائے گی جبکہ ایڈم کے نقطہ نظر سے پُل کا ٹوٹا ہوا حصہ ٹرین کی نسبت بہت چھوٹا ہے۔ لیکن چونکہ سارہ نے ٹرین کو پُل سے گرتے ہوئے دیکھا اس لیے ایڈم کو بھی لازماً یہی مشاہدہ ہونا چاہیے کہ ٹرین پُل سے گر گئی۔ یہ تب ہی ممکن ہے اگر ہم یہ ذہن میں رکھیں کہ ٹرین ایک ٹھوس جسم نہیں ہے۔ اسے بہت سی لچکدار مستطیلوں کا مجموعہ سمجھنا چاہیے۔ چنانچہ ایڈم ٹرین کے مختلف حصوں کو پُل پر سے گرتا ہوا دیکھے گا۔ یوں سارہ اور ایڈم دونوں اس بات پر اتفاق کریں گے کہ ٹرین پُل پر سے گر گئی ہے اور نظریہ اضافت کی خلاف ورزی نہیں ہو گی۔

اس آرٹیکل کو مزید بہتر طریقے سے سمجھنے کے لئے ذیل میں دیئے گئے لنک سے ویڈیو دیکھیں۔

ویڈیو لنک:

https://www.youtube.com/watch?v=Xrqj88zQZJg

کیا تیز رفتار سے سفر کرنے سے واقعی ماس بڑھ جاتا ہے؟

تیز رفتار سفر سے اشیاء میں کوئی تبدیلی نہیں آتی۔ حقیقت یہ ہے کہ رفتار کا تصور ہی بے معنی ہے جب تک کسی ریفرنس کا ذکر نہ کیا جائے جس کے نقطہ نظر سے رفتار ناپی جائے گی۔

میرے ریفرنس فریم میں میرا جسم ہمیشہ ساکن ہوتا ہے۔ چنانچہ کسی بھی شے کے ریفرنس فریم میں اس شے کا ماس، اس کی لمبائی یا اس کے وقت کی رفتار میں کوئی تبدیلی نہیں آتی۔ نظریہ اضافت کا موضوع یہ نہیں ہے کہ اشیاء کے ساتھ کیا ہوتا ہے بلکہ یہ ہے کہ ان اشیاء کا مشاہدہ کرنے والے کا مشاہدہ کیا ہو گا۔

نظریہ اضافت کو سمجھنے کے لیے زیادہ آسان یہ ہو گا کہ بجائے کسی شے کی حرکت کا تصور کرنے کے، آپ یہ تصور کریں کہ آپ اس شے کے نقطہ نظر سے حرکت کر رہے ہیں اور پھر سوچیے کہ اس شے کے بارے میں آپ کا مشاہدہ کیا ہو گا۔ خواہ کوئی شے آپ کے ریفرنس فریم میں حرکت کر رہی ہو یا اس شے کے ریفرنس فریم میں آپ حرکت کر رہے ہوں دونوں صورتوں میں نتائج ایک سے ہی ہوں گے۔ اب یہ سوچیے کہ محض آپ کے حرکت کرنے سے کسی شے کی خصوصیات کیونکر تبدیل ہو سکتی ہیں۔ پھر یہ بھی سوچیے کہ اگر دو مختلف مشاہدہ کرنے والے مختلف رفتار سے حرکت کرتے ہوئے اس شے کا مشاہدہ کر رہے ہوں تو انہیں اس شے کا ماس، اس کی لمبائی اور اس شے کے وقت کی رفتار مختلف نظر آئے گی اگرچہ وہ شے خود سے اپنے ریفرنس فریم میں ساکن ہے۔ مزید یہ کہ یہ تمام پیمائشیں درست ہوں گی۔

اس ذہنی تجربے سے ہم نے کیا سیکھا؟

1. کسی شے کو مشاہدہ کرنے والا اگر اس شے کے ریفرنس فریم میں حرکت کر رہا ہے تو اسے اس شے کی کل توانائی میں اضافہ نظر آئے گا۔ اسے اس شے کی کل توانائی اس کے ریسٹ ماس اور بظاہر نظر آنے والی حرکی توانائی کا مجموعہ نظر آئے گی۔
2. حرکت کرتے ہوئے مشاہدہ کرنے سے اس شے کی لمبائی کم نظر آئے گی۔
3. حرکت کرتے ہوئے مشاہدہ کرنے سے اس شے کا وقت سست رفتار معلوم ہو گا۔

تو اس ذہنی تجربے سے ہمیں یہ معلوم ہوا کہ نظریہ اضافت یہ نہیں کہتا کہ تیز رفتار سے سفر کرنے والے جسم میں کیا تبدیلیاں ہوتی ہیں کیونکہ محض حرکت کرنے سے جسم میں کوئی تبدیلی نہیں ہوتی۔ نظریہ اضافت یہ کہتا ہے کہ اگر مشاہدہ کرنے والا اس شے کے ریفرنس فریم میں حرکت کر رہا ہو یا وہ شے مشاہدہ کرنے والے کے ریفرنس فریم میں حرکت کر رہی ہو تو اس اضافی حرکت سے مشاہدات پر کیا اثرات رونما ہوں گے۔

اوریجنل آرٹیکل کا لنک:

https://www.quora.com/Does-the-mass-of-an-object-really-change-with-respect-to-its-velocity-What-about-length-contraction-and-time-dilation/answer/Viktor-T-Toth-1

روشنی کیا ہے؟

روشنی ہمارے اور کائنات کے درمیان ایک رابطے کا کام دیتی ہے۔ یہ روشنی ہی کی بدولت ہے کہ ہم دُور دراز کے ستاروں کا مشاہدہ کر سکتے ہیں اور اپنے عمیق ماضی میں جھانک کر کائنات کی پیدائش کے عمل کو دیکھ سکتے ہیں۔ لیکن روشنی ہے کیا؟ مختصراً یہ کہا جا سکتا ہے کہ روشنی فوٹانز کا مجموعہ ہے، اور فوٹان توانائی کی وہ کم سے کم مقدار ہے جسے ایک جگہ سے دوسری جگہ پہنچایا جا سکتا ہے۔ روشنی کا بنیادی ذرہ فوٹان ہے جس کی کوئی جسامت نہیں ہوتی اور جو مزید تقسیم نہیں ہو سکتا، صرف خارج ہو سکتا ہے یا جذب ہو سکتا ہے۔

روشنی بیک وقت ذرات کی طرح بھی کام کرتی ہے اور لہروں کی طرح بھی۔ جب ہم روشنی کا ذکر کرتے ہیں تو عام طور پر اس سے مُراد وہ شعاعیں ہوتی ہیں جو انسان دیکھ سکتے ہیں۔ لیکن روشنی برقی مقناطیسی طیف یعنی سپیکٹرم کا ایک بہت چھوٹا سا حصہ ہے جبکہ برقی مقناطیسی شعاعوں کی فریکونسی کی کُل رینج بہت زیادہ ہے۔ گیما ریز کے فوٹانز کی توانائی بہت زیادہ ہوتی ہے چنانچہ ان کی طولِ موج یعنی wavelength بہت کم ہوتی ہے۔ زیادہ تر گیما ریز کا طولِ موج 10 پیکو میٹر سے بھی کم ہوتا ہے جو کہ ہائیڈروجن کے ایٹم کی جسامت سے بھی کم ہے۔ ہائیڈروجن کے ایٹم کی جسامت کا اندازہ اس مثال سے کر لیجیے کہ ہائیڈروجن کے ایٹم اور ایک سینٹ کے امریکی سِکے کی جسامت کا تناسب وہی ہے جو ایک سینٹ کے سِکے اور چاند کی جسامت کا ہے۔ نظر آنے والی روشنی برقی مقناطیسی سپیکٹرم کے درمیان میں ہے اور اس کی طولِ موج 400 سے 700 نینو میٹر تک ہوتی ہے جو کہ تقریباً ایک بیکٹیریم کی جسامت ہے۔ سپیکٹرم کے آغاز میں ریڈیو ویوز ہیں جن کا طولِ موج 100 کلو میٹر تک یا اس سے زیادہ بھی ہو سکتا ہے۔ بڑے سے بڑا طولِ موج دس ہزار سے ایک لاکھ کلومیٹر تک کا بھی ہو سکتا ہے جو کہ زمین کی جسامت سے بھی زیادہ ہے۔ فزکس کے قوانین کی رُو سے یہ تمام لہریں ایک جیسی ہی ہیں۔ یہ سب فوٹانز سے مل کر بنی ہیں جو کہ ذرات ہیں اور یہ تمام لہریں روشنی کی رفتار سے سفر کرتی ہیں۔ صرف ان کی فریکوینسی مختلف ہوتی ہے۔

تو پھر نظر آنے والی روشنی میں کیا خاص بات ہے؟ کچھ بھی نہیں۔ کچھ بھی تو نہیں۔ صرف یہ ہے کہ ہمارے ارتقاء کے دوران آنکھیں برقی مقناطیسی سپیکٹرم کے اُس حصے کو دیکھ پاتی ہیں جس میں سورج زیادہ توانائی پیدا کرتا ہے۔ یہ محض اتفاق نہیں ہے کہ آنکھیں سپیکٹرم کے اُس حصے کو ہی دیکھ پاتی ہیں۔ کیونکہ سپیکٹرم کا یہی حصہ ایسا ہے کہ اس کی لہریں پانی کے اندر بھی گزر پاتی ہیں۔ آنکھوں کے ارتقا کا آغاز اس وقت ہی ہوا تھا جب کروڑوں سال پہلے ہمارے اجداد پانی کے جانور تھے۔ نہ صرف یہ کہ روشنی مادہ کے ساتھ تعاملات کرتی ہے بلکہ ان تعاملات کے نتیجے میں روشنی کا راستہ بھی بدل جاتا ہے، چنانچہ روشنی کو ان اشیا سے متعلق معلومات حاصل کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے جن کے ساتھ اس نے تعاملات کیے۔ اور یہ معلومات فوراً ہی ہم تک پہنچ جاتی ہیں جو کہ ہمارے اجداد کی بقاء کے لیے بہت اہم تھا۔

لیکن روشنی آتی کہاں سے ہے؟ برقی مقناطیسی لہریں عام طور پر تب پیدا ہوتی ہیں جب ایٹم یا مالیکیول زیادہ توانائی کی حالت سے کم توانائی کی حالت میں جاتے ہیں۔ گویا روشنی تب پیدا ہوتی ہے جب ایک الیکٹران ایٹم کے اندر زیادہ توانائی والے شیل سے کم توانائی والے شیل میں جاتا ہے اور اس زائد توانائی کو فوٹان کی شکل میں خارج کرتا ہے۔ اسی طرح اگر ایک فوٹان ایک الیکٹران سے ٹکرائے تو اسے توانائی فراہم کر کے اسے زیادہ

توانائی والے شیل میں پہنچا دیتا ہے۔ اگر ہم ایک الیکٹران کا مشاہدہ کریں تو ہم دیکھیں گے کہ حرکت کرتے ہوئے الیکٹران کا چارج ایک مقناطیسی میدان یعنی magnetic field پیدا کرتا ہے جو وقت کے ساتھ تبدیل ہوتا رہتا ہے۔ یہ مقناطیسی میدان برقی میدان یعنی الیکٹرک فیلڈ پیدا کرتا ہے جو مقناطیسی میدان کے عمود میں ہوتا ہے اور وقت کے ساتھ ساتھ تبدیل ہوتا رہتا ہے۔ یہ دونوں فیلڈ ایک دوسرے کو آگے بڑھاتے ہیں اور یوں توانائی ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل ہوتی ہے اور اس کے ساتھ ساتھ انفارمیشن بھی ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل ہوتی ہے۔

کائنات کی تمام اشیاء میں روشنی کی رفتار ہی سب سے تیز کیوں ہے؟ یا اس سوال کو یوں بھی کہا جا سکتا ہے کہ کائنات میں سب سے زیادہ ممکن تیز رفتار کیا ہے۔ اس رفتار کو c کہا جاتا ہے اور خلا میں یہ رفتار 29 کروڑ 97 لاکھ 92 ہزار چار سو اٹھاون میٹر فی سیکنڈ ہے جو کہ تقریباً ایک ارب میل فی گھنٹہ بنتی ہے۔ روشنی بھی اسی رفتار سے سفر کرتی ہے۔ کوئی بھی ذرہ جس کی کمیت صفر ہو ہمیشہ اس رفتار سے ہی سفر کرتا ہے۔ روشنی کی رفتار میں کوئی اسراع نہیں ہوتا۔ جب کسی موم بتی سے روشنی نکلتی ہے تو فوٹان کی رفتار موم بتی سے خارج ہونے کے بعد نہیں بڑھتی۔ فوٹان پیدا ہوتے ہی روشنی کی رفتار سے سفر کرنے لگتا ہے۔ روشنی کی رفتار یہی کیوں ہے اس سے زیادہ کیوں نہیں۔ اس کا جواب کسی کے پاس نہیں ہے۔ ہم صرف یہ جانتے ہیں کہ کائنات میں روشنی کی یہی رفتار مقرر ہے اگرچہ اس کی وجوہات کے بارے میں ہم نہیں جانتے۔

تو روشنی برقی مقناطیسی سپیکٹرم کا ایک حصہ ہے۔ اس کا ذرہ فوٹان ہے جو لہروں کی طرح بھی کام کرتا ہے اور ذرے کے طور پر بھی۔ دو عمودی فیلڈز کی وجہ سے روشنی آگے بڑھتی ہے اور c کی رفتار سے سفر کرتی ہے۔

کیا ہم بھی روشنی کی رفتار سے سفر کر سکتے ہیں؟ روشنی کے قریب کی رفتار سے سفر کرنے میں کیا دشواریاں ہیں۔ ان پر بحث کسی اور وقت سہی۔ فی الحال بس یہ جان کر خوش ہو جائیے کہ ہماری آنکھ کا ارتقاء اس طور پر ہوا کہ ہم روشنی کی بدولت کائنات کے بارے میں معلومات اکٹھا کر سکیں۔

ویڈیو لنک:

https://www.youtube.com/watch?v=IXxZRZxafEQ

فوٹان کی رفتار

یہ سوال اس فورم پر کئی بار پوچھا جاچکا ہے کہ اگر فوٹان کے لیے وقت تھم جاتا ہے تو فوٹان کو فوراً یعنی صفر ٹائم میں سورج سے زمین تک پہنچ جانا چاہیے لیکن ہمیں بتایا جاتا ہے کہ فوٹانز کو سورج سے زمین تک پہنچنے میں آٹھ منٹ بیس سیکنڈ درکار ہوتے ہیں۔ اسی طرح بعض اوقات یہ دعویٰ بھی کیا جاتا ہے کہ کاسمک بیک گراونڈ کے فوٹانز اپنے ریفرنس فریم میں ہم تک صفر ٹائم میں پہنچ جاتے ہیں اگرچہ یہ فوٹانز 13.8 ارب سالوں سے سفر میں ہیں۔ یہ ایک عمومی مغالطہ ہے جو اچھے خاصے تعلیم یافتہ افراد کے ذہن میں بھی موجود ہے لیکن یہ بیان درست نہیں ہے۔ نظریہ اضافت میں کوئی ایسا ریفرنس فریم موجود نہیں ہے جس میں فوٹان آبزرور کے طور پر کام کرسکے یا جس میں فوٹان کے لیے وقت کی ڈیفینیشن موجود ہو۔

فرض کیجیے کہ ایک آبزرور ایک خلائی جہاز میں موجود ہے اور یہ جہاز روشنی کی رفتار کے بہت قریب پہنچ سکتا ہے۔ ہم سے تین لاکھ کلومیٹر کے فاصلے سے ایک فوٹان ہماری طرف چھوڑا گیا ہے اور ساتھ ہی وہ راکٹ بھی چھوڑا گیا ہے جو روشنی کی رفتار کے قریب کی رفتار سے سفر کر رہا ہے۔ ہم زمین سے یہ مشاہدہ کرتے ہیں کہ ایک سیکنڈ کے بعد وہ فوٹان زمین تک پہنچ جاتا ہے۔ لیکن راکٹ میں موجود خلاباز چونکہ روشنی کی رفتار کے قریب رفتار سے سفر کر رہا ہے اس لیے اس کے ریفرنس فریم میں فوٹان کے سورس سے زمین تک کا فاصلہ ہو سکتا ہے کہ صرف تین سو کلومیٹر ہو (انتہائی تیز رفتار سے سفر کرنے پر فاصلے سکڑ جاتے ہیں)۔ اگر وہ خلاباز اس فوٹان کا مشاہدہ کر رہا ہے تو اس کے ریفرنس فریم میں یہ فوٹان خارج ہونے کے بعد صرف ایک ملی سیکنڈ میں زمین تک پہنچ جائے گا۔ گویا اس کے ریفرنس فریم میں فوٹان نے 300 کلومیٹر کا فاصلہ ایک ملی سیکنڈ میں طے کیا۔ ان دو مشاہدات سے وہ روشنی کی رفتار کیلکولیٹ کرے گا تو اس فارمولے کا استعمال کرے گا؛

$$v = \frac{s}{t}$$

چنانچہ اس فوٹان کی رفتار، فاصلے یعنی 300 کلومیٹر کو وقت یعنی 0.001 سیکنڈ پر تقسیم کر کے معلوم کی جائے گی جو کہ 3 لاکھ کلومیٹر فی سیکنڈ بنے گی۔ یعنی اس جہاز میں موجود آبزرور انتہائی تیز رفتاری سے حرکت کرنے کے باوجود فوٹان کی رفتار تین لاکھ کلومیٹر فی سیکنڈ ہی پائے گا۔

چلیے اب اس جہاز کو مزید تیز کر دیتے ہیں اور اتنا تیز کر دیتے ہیں کہ اس میں موجود آبزرور اس فوٹان کے سورس سے زمین تک کے فاصلے کو صرف 3 میٹر پاتا ہے۔ جب وہ فوٹان کے خارج ہونے اور زمین تک پہنچنے کے دورانیے کو ناپے گا تو اس دورانیے کو 10 نینو سیکنڈ پائے گا۔ ان دو مشاہدات سے جب وہ روشنی کی رفتار کیلکولیٹ کرے گا تو روشنی کی رفتار کو پھر 3 لاکھ کلومیٹر فی سیکنڈ پائے گا

ہم اس جہاز کو خواہ کتنا ہی تیز کیوں نہ کرتے جائیں یہ جہاز کبھی روشنی کی رفتار تک نہیں پہنچ پائے گا اگرچہ یہ روشنی کی رفتار کے قریب تر ہوتا جائے گا۔ تاہم یہ روشنی کی رفتار کے خواہ کتنا ہی قریب کیوں نہ ہو جائے، یہ جب بھی فوٹان کی رفتار کی پیمائش کرے گا تو فوٹان کی رفتار 3 لاکھ کلومیٹر فی سیکنڈ ہی پائے گا۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ جیسے جیسے اس کی اپنی رفتار روشنی کی رفتار کے قریب تر ہوتی جائے گی ویسے ویسے اس کی فاصلے کی پیمائش اور فوٹان کے سفر کے دورانیے کی پیمائش کم ہوتی جائے گی اور اس طرح ان دونوں پیمائشوں کا تناسب (جو فوٹان کی رفتار کیلکولیٹ کرتا ہے)

ہمیشہ ایک سا ہی رہے گا۔ اگر اس جہاز کی رفتار روشنی کی رفتار سے صرف ایک سینٹی میٹر فی سیکنڈ کم ہو تب بھی اس کا پیمائش کردہ فاصلہ چند سینٹی میٹر اور فوٹان کے سفر کا دورانیہ چند زیپٹو سیکنڈ ہو گا لیکن ان کا تناسب کانسٹینٹ ہی رہے گا یعنی اس صورت میں بھی فوٹان کی رفتار 3 لاکھ کلومیٹر فی سیکنڈ ہی پائی جائے گی۔

نظریہ اضافت کا بنیادی نکتہ ہی یہ ہے کہ ایک دوسرے کے نقطہ نظر سے حرکت کرتے ہوئے آبزرورز ایک ہی مظہر سے متعلق وقت کے دورانیے اور فاصلوں کی پیمائش مختلف پائیں گے لیکن خلا میں روشنی کی رفتار کی پیمائش تمام آبزرورز کے لیے ایک ہی ہو گی۔ اس اصول کا منطقی نتیجہ یہ ہے کہ کوئی آبزرور روشنی کی رفتار سے سفر نہیں کر سکتا کیونکہ وہ فوٹان کے ساتھ ساتھ سفر کر رہا ہو گا یعنی فوٹان کو ساکن پائے گا جبکہ کائنات کا بنیادی اصول یہ ہے کہ ہر آبزرور فوٹان کو تین لاکھ کلومیٹر فی سیکنڈ کی رفتار سے سفر کرتا پائے گا۔ چنانچہ منطقی طور پر کوئی مادی جسم کبھی روشنی کی رفتار سے سفر نہیں کر سکتا اور نہ ہی کوئی آبزرور روشنی کی رفتار پا سکتا ہے۔ روشنی کی رفتار سے سفر کرنے والے پارٹیکلز ہمیشہ غیر مادی ہوں گے اور روشنی کی رفتار پر سفر کرتا ریفرنس فریم ہی موجود نہیں ہے۔

اوریجنل آرٹیکل کا لنک:

https://www.quora.com/How-is-it-that-light-has-a-maximum-velocity-at-c-the-speed-of-light-300-000km-s-and-yet-photons-can-be-at-the-origin-and-destination-simultaneously-If-that-s-even-a-sensible-question/answer/Viktor-T-Toth-1

ہم روشنی کی رفتار سے سفر کیوں نہیں کر سکتے؟

پچھلے ایک سو برسوں میں سائنس دانوں نے کائنات کی خصوصیات کے کچھ ایسے گوشوں کو بے نقاب کیا ہے جن میں حالات ہمارے عمومی تجربے سے بے انتہا مختلف ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر انتہائی چھوٹے پیمانے پر جیسے ایٹمی ذرات کی خصوصیات، انتہائی تیز رفتاری سے حرکت کی حالت میں، یا مطلق صفر درجۂ حرارت کے قریب کی سردی میں۔ ہماری عقلِ سلیم یا کامن سینس کائنات کی خصوصیات کے بہت ہی کم حصوں کو سمجھتی ہے، یعنی صرف ان حالات کو سمجھتی ہے جو ہمیں عام زندگی میں پیش آتے ہیں یا ارتقائی طور پر ہمارے اجداد کو پیش آئے جن کی وجہ سے ہمارے دماغ کی تشکیل ہوئی۔ مثال کے طور پر (سائنس کی سمجھ کے بغیر) ہماری عقل شاید یہ ماننے کو تیار نہ ہو کہ سورج کے مرکز میں بھی ایٹمی ذرات عین اسی طرح کام کرتے ہیں جس طرح زمین پر (اگر زمین پر بھی سورج کی مرکز جیسے حالات پیدا کیے جا سکیں تو)۔ چنانچہ بہت سے لوگوں کے لیے جدید سائنس کے نظریات کو تسلیم کرنا مشکل ہوتا ہے جس کی رو سے بنیادی ایٹمی ذرات کائنات میں ہر جگہ ایک ہی طرح سے کام کرتے ہیں۔ خاص طور پر عام لوگوں کو یہ سمجھانا خاصا دشوار ہوتا ہے کہ انتہائی تیز رفتار پر سفر کرتی اشیا کی کارکردگی ہماری توقع کے برعکس ہو سکتی ہے۔

سنہ 1905 میں البرٹ آئن سٹائن نے اپنا خصوصی نظریہ اضافت پیش کیا۔ یہ نظریہ کچھ ایسی ہوش ربا پیش گوئیاں کرتا ہے کہ عام ذہن انہیں تسلیم کرنے کو تیار ہی نہیں ہوتا۔ مثلاً تیز رفتار پر اشیا کی لمبائی کم ہو جاتی ہے اور گھڑیاں سست پڑ جاتی ہیں۔ یہ تمام ناقابلِ یقین مظاہر کی وجہ صرف ایک ہے۔ لیکن پہلے میں آپ کو یہ بتلا دوں کہ اس تحریر میں ہم کن چیزوں پر بحث نہیں کریں گے۔ ہم ان مفروضوں پر بحث نہیں کریں گے جنہیں بنیاد بنا کر آئن سٹائن نے اپنا نظریہ پیش کیا۔ اور نہ ہی ہم آئن سٹائن کے نظریات کی مساوات پر وقت صرف کریں گے۔ ہم اس تحریر میں صرف ان بنیادی اصولوں پر بات کریں گے جنہیں استعمال کر کے آپ نظریہ اضافت کو عملی طور پر سمجھ پائیں گے۔ ہم آپ کو یہ سمجھانے کی کوشش کریں گے کہ انسان روشنی کی رفتار سے زیادہ تیز رفتار سے سفر کیوں نہیں کر سکتا۔

اگر آپ فزکس کے طالبِ علم نہیں ہیں تو شاید آپ کے لیے یہ حقیقت حیرت کا باعث ہو کہ کائنات میں زیادہ سے زیادہ رفتار کی ایک حد ہے لیکن یہ سچ ہے۔ اور اگر آپ فزکس کو سمجھتے ہیں تو شاید آپ نے یہ سن رکھا ہو گا کہ روشنی کی رفتار سے زیادہ رفتار اس لیے ممکن نہیں کہ رفتار بڑھنے سے اشیا کا ماس بھی بڑھ جاتا ہے۔ لیکن حقیقت یہ ہے کہ رفتار سے اشیا کے ماس بڑھنے کا بیانیہ مکمل طور پر درست نہیں ہے۔ میں جانتا ہوں کہ میرے اس بیان سے بہت سے لوگ کنفیوز ہو جائیں گے اور اچھے خاصے تعلیم یافتہ افراد بھی شاید مجھ سے اختلاف کریں لیکن حقیقت یہی ہے کہ رفتار سے ماس بڑھنے کا بیانیہ درست نہیں ہے۔

تو پھر آخر کیا وجہ ہے کہ ہم روشنی کی رفتار سے زیادہ تیزی سے سفر نہیں کر سکتے؟ اس کی ایک وجہ تو کائنات کی ایک بنیادی خصوصیت ہے اور دوسری وجہ ہے جیومیٹری۔ تو آیئے دیکھتے ہیں یہ سب کچھ کیسے ہوتا ہے۔

آئن سٹائن نے اپنے وجدان سے یہ نتیجہ اخذ کیا کہ سپیس اور ٹائم الگ الگ مظاہر نہیں ہیں بلکہ ایک دوسرے سے منسلک ہیں جسے اس نے سپیس ٹائم کا نام دیا۔ ابھی کچھ ہی دیر میں ہم اس کی مثال گراف کی صورت میں دکھائیں گے۔ چونکہ تمام تجربات ہمیشہ یہی بتلاتے ہیں کہ روشنی کی

رفتار ہمیشہ ایک سی رہتی ہے خواہ روشنی کا منبع یا مشاہدہ کرنے والا خود حرکت میں ہی کیوں نہ ہو اس لیے آئن سٹائن نے یہ نتیجہ نکالا کہ روشنی کی رفتار ہر مشاہدہ کرنے والے کے لیے ہمیشہ ایک ہی رہتی ہے۔ آیئے اسے ایک مثال سے سمجھنے کی کوشش کرتے ہیں۔

فرض کیجیے کہ یہ (ایک) کار کسی بڑے اور سپاٹ میدان میں 60 میل فی گھنٹہ کی رفتار سے چل رہی ہے۔ ہم سکرین پر دو تیر کے نشان بناتے ہیں جو ایک دوسرے کے عمودی ہیں۔ ان میں سے ایک شمال کی سمت ظاہر کر رہا ہے اور ایک مشرق کی۔ ہم کار کی رفتار تو جانتے ہیں لیکن ہم یہ نہیں جانتے کہ یہ مشرق کی طرف کس رفتار سے بڑھ رہی ہے اور شمال کی طرف کس رفتار سے۔ اگر کار 60 میل فی گھنٹہ کی رفتار سے مشرق کی طرف جا رہی ہے تو اس کا مطلب یہ ہو گا کہ شمال کی طرف اس کی کوئی حرکت نہیں ہے، یعنی شمال کی طرف اس کی رفتار صفر ہے۔ اس کے برعکس کار اگر صرف شمال کی طرف ہی جا رہی ہے تو شمال کی طرف اس کی رفتار 60 میل فی گھنٹہ ہو گی جبکہ مشرق کی طرف اس کی رفتار صفر ہو گی۔ لیکن اگر کار وتر (diagonal) کی طرف جا رہی ہو یعنی شمال مشرق کی طرف جا رہی ہو تو نہ تو مشرق کی طرف اس کی رفتار 60 میل فی گھنٹہ ہو گی اور نہ ہی شمال کی طرف۔ اس کی رفتار کا کچھ حصہ اسے مشرق کی طرف لے جا رہا ہے اور کچھ حصہ شمال کی طرف۔

نظریہ اضافت کی رو سے سپیس ٹائم میں حرکت بھی اسی قسم کی ہے۔ صرف فرق یہ ہے کہ اس صورت میں یہ تیر یا ویکٹر مشرق اور شمال کو نہیں ظاہر کر رہے۔ فرض کیجیے کہ افقی ویکٹر سپیس کو ظاہر کر رہا ہے اور عمودی ویکٹر ٹائم کو۔ مزید فرض کیجیے کہ اس کار کی طرح ہم بھی سپیس ٹائم میں ہمیشہ ایک ہی رفتار سے سفر کرتے ہیں۔ سپیس ٹائم میں سفر کی رفتار کو روشنی کی رفتار بھی کہتے ہیں۔ اب ہم پہلے دی گئی مثال کو یہاں دوبارہ استعمال کرتے ہیں۔ کوئی بھی جسم سپیس ٹائم میں عمودی طور پر سفر کر سکتا ہے۔ اس صورت میں وہ جسم سپیس میں ساکن ہو گا صرف وقت کی سمت میں حرکت کر رہا ہو گا۔ آپ اگر اس وقت کہیں بیٹھ کر یہ ویڈیو دیکھ (یہ تحریر پڑھ) رہے ہیں تو آپ سپیس میں ساکن ہیں اور صرف وقت کی سمت میں حرکت کر رہے ہیں یعنی وقت کو گزرتا محسوس کر رہے ہیں۔ اب اگر آپ سپیس میں بھی حرکت کرنے لگیں تو کیا ہو گا؟ اب آپ سپیس اور ٹائم دونوں میں حرکت کر رہے ہوں گے چنانچہ جیسے جیسے سپیس میں آپ کی رفتار بڑھے گی ویسے ویسے وقت کے ویکٹر کی مقدار کم ہونے لگے گی۔ اگر کبھی ایسا ہو کہ آپ کی رفتار اتنی زیادہ ہو جائے کے آپ صرف سپیس میں ہی حرکت کر رہے ہوں تو وقت کے ویکٹر کی مقدار صفر ہو جائے گی یعنی وقت تھم جائے گا۔

یہی نظریہ اضافت کا بیان ہے کہ جیسے جیسے آپ کی رفتار بڑھتی جاتی ہے وقت کی رفتار سست ہوتی جاتی ہے۔ جب آپ کی رفتار روشنی کی رفتار کے بہت پاس پہنچ جائے تو وقت کی رفتار تقریباً تھم جاتی ہے۔ یہ بات تجرباتی طور پر بھی ثابت ہو چکی ہے چنانچہ اس دعوے کی صداقت میں اب کوئی شبہ نہیں ہے۔ اس وضاحت کے بعد معروضی حقیقت کے بارے میں نظریہ اضافت کا یہ بیان سمجھنا اب آسان ہو جائے گا کہ ہم روشنی کی رفتار سے زیادہ رفتار سے سفر کیوں نہیں کر سکتے۔ چونکہ ہم سپیس ٹائم میں ہمیشہ روشنی کی رفتار سے ہی سفر کرتے ہیں اس لیے جب ہم سپیس میں سفر کرتے ہیں تو وقت سست ہو جاتا ہے۔ اگر ہم سپیس میں روشنی کی رفتار سے سفر کرنے لگیں تو وقت کا ویکٹر صفر ہو جاتا ہے۔ اس کے بعد سپیس میں مزید رفتار حاصل کرنا ناممکن ہو جاتا ہے۔

یہاں یہ بیان بھی دلچسپی سے خالی نہیں کہ یہ نظریہ آئن سٹائن کا نہیں بلکہ ان کے استاد ہرمن منکاوسکی کا ہے جو ریاضی کے ماہر تھے۔ آئن سٹائن کے 1905 کے پیپر کے شائع ہونے کے دو سال بعد منکاوسکی نے نظریہ اضافت کی پیش کردہ سپیس ٹائم کی جیومیٹری کو سمجھا اور اس بات کی وضاحت کی کہ اس نظریے کی رو سے روشنی کی رفتار سے زیادہ رفتار سے سفر کرنا کیوں ممکن نہیں ہے۔

اس سلسلے میں مزید دو نکات پر توجہ دینا ضروری ہے۔ اگرچہ منکاوسکی نے یہ نظریہ پیش کیا کہ روشنی کی رفتار سپیس میں تیز ترین رفتار ہے جس سے زیادہ رفتار ممکن نہیں ہے لیکن انہوں نے یہ وضاحت نہیں کی کہ سپیس ٹائم کی رفتار روشنی کی رفتار ہی کیوں ہے۔ یعنی ہم سپیس ٹائم میں صرف روشنی کی رفتار سے ہی کیوں سفر کرتے ہیں؟ اس سوال کا جواب ہمارے پاس ابھی تک نہیں ہے۔ ہم یہی کہہ سکتے ہیں کہ یہ سپیس ٹائم کی خصوصیت ہے۔ شاید کوئی آئن سٹائن جیسا ذہین شخص دوبارہ پیدا ہو گا تو وہ اس گتھی کو سلجھا پائے گا کہ ایسا کیوں ہے۔

دوسرا نکتہ ٹیکنیکل ہے جو محض فزکس کے سنجیدہ طلباء کے لیے ہے۔ میں نے اپنی وضاحت میں سپیس اور ٹائم کو مشرق اور شمال سے تشبیہ دی جس میں کار ایک سمت مثلاً مشرق کی طرف حرکت کرے تو دوسری سمت میں یعنی شمال کی سمت میں اس کی حرکت کی رفتار پر بھی اثر پڑتا ہے۔ لیکن تکنیکی اعتبار سے یہ مثال درست نہیں ہے۔ اس مثال میں ریاضی کی دائرے کی جیومیٹری کا استعمال کیا گیا ہے جبکہ سپیس کی جیومیٹری ہائیپر بولا (Hyperbola) کی جیومیٹری ہے۔ یہ بیان اس لیے ضروری ہے کہ ہر مثال کی درستگی کی ایک حد ہوتی ہے جس کے باہر وہ مثال غلط نتائج بھی دے سکتی ہے۔ اگر آپ سپیس ٹائم کی جیومیٹری کو درست طور پر سمجھنا چاہتے ہیں تو آپ کو منکاوسکی کی ریاضی کو سمجھنا ہو گا۔ لیکن اپنی حدود کے اندر رہتے ہوئے یہ مثال بھی درست نتائج دیتی ہے۔

تو روشنی کی رفتار سے زیادہ تیز رفتار کے ناممکن ہونے کی وجہ یہی ہے کہ سپیس ٹائم میں ہر جسم ہمیشہ روشنی کی رفتار سے ہی سفر کرتا ہے۔ اگر آپ اس بنیادی نکتے کو ذہن نشین کر لیں اور یہ سمجھ لیں کہ سپیس اور ٹائم دو عمودی ویکٹر ہیں جو مل کر سپیس ٹائم کو تشکیل دیتے ہیں تو آپ نظریہ اضافت کے تمام مظاہر کو آسانی سے سمجھ سکتے ہیں۔

ویڈیو لنک:

https://www.youtube.com/watch?v=A2JCoIGyGxc

روشنی کی رفتار دیکھنے والا کیمرہ

ہم نے ایک سلو موشن کیمرہ بنایا ہے جس میں ہم فوٹون یعنی روشنی کے پارٹیکلز کو حرکت کرتے ہوئے دیکھ سکتے ہیں۔ آپ نے Doc Edgerton کی وہ تصاویر دیکھی ہوں گی جن میں ایک گولی سیب میں سے گُزر رہی ہے۔ لیکن فوٹون گولی سے دس لاکھ گُنا زیادہ تیزی سے سفر کرتے ہیں۔ ہمارا کیمرہ اِن فوٹونز کو سفر کرتے دیکھ سکتا ہے۔

ہم روشنی کا ایک عام منبع استعمال کرتے ہیں جو روشنی کو pulse کی شکل میں خارج کرتا ہے۔ ہمارا کیمرہ اصل میں ایک کیمرہ نہیں ہے بلکہ روشنی ڈیٹیکٹ کرنے کے پانچ سو سینسرز ہیں جن میں سے ہر سینسر ایک سیکنڈ کے دس کھربویں حصے بعد یکے بعد دیگرے ٹریگر ہوتا ہے۔ اگرچہ ہر سینسر بذاتِ خود سُست رفتار ہے لیکن ہم بہت سے سینسرز کی وجہ سے ایک تیز فلم بنا سکتے ہیں۔

میں اپنی لیبارٹری میں اس کیمرے کے سامنے کھڑا ہوں۔ یہ ہمارا کیمرہ ہے جس کے سامنے وہ منظر ہے جس کی ویڈیو بنانا مقصود ہے۔ اس کیمرے کی جسامت ایک عام کیمرے کی نسبت بہت بڑی ہے۔ ہماری روشنی کا منبع یہاں پر موجود titanium sapphire پر مبنی لیزر ہے جو روشنی کی شعاعیں پیدا کرتا ہیں جو بہت سی چھوٹی چھوٹی pulses پر مشتمل ہوتی ہیں۔ ان pulses کو اُس طرف بھیجا جاتا ہے جہاں یہ آئینہ رکھا ہے۔ ہمارا کیمرہ صرف ایک جہت یا ڈائمینشن دیکھ سکتا ہے چنانچہ یہ تیزی سے فلم بناتا ہے لیکن صرف ایک جہت کی ایک لائن کی تصویر بنا سکتا ہے۔ اس مسئلے کو حل کرنے کے لیے ہمارے پاس یہ دو آئینے ہیں۔ ہم اس منظر کو، جس کی فلم بنانا مقصود ہے، ان دو آئینوں کی مدد سے دیکھتے ہیں۔ جب ہم اوپر والے آئینے کو گھماتے ہیں تو اس منظر کی مختلف لائنوں کی فلم بناتے ہیں۔ چنانچہ کیمرہ فلم بناتا رہتا ہے اور ہم آہستہ آہستہ اس آئینے کو گھماتے ہیں تاکہ تمام کے تمام منظر کا احاطہ ہو سکے۔ چونکہ روشنی کی تمام pulses ایک سی ہوتی ہیں اس لیے ہم بعد میں ان تمام تصویروں کو ملا کر ایک مکمل فلم بنا سکتے ہیں۔

اس قسم کا کیمرہ میڈیکل، صنعتی اور سائنسی میدانوں میں بہت کارآمد ہو سکتا ہے اور مستقبل میں اسے عام فوٹوگرافی کے لیے بھی استعمال کیا جا سکتا ہے۔ میڈیکل کے میدان میں ہم اس کیمرے کی مدد سے الٹرا ساؤنڈ میں روشنی کی شعاعیں استعمال کر سکتے ہیں۔ ہم یہ سٹڈی کر سکتے ہیں کہ روشنی کی شعاعیں جسم کے اندر کس طرح منعکس ہوتی ہیں۔ صنعتی تصویر سازی میں ہم منعکس روشنی کے تجزیے سے اشیاء میں موجود مہین سقم دیکھ سکتے ہیں۔ عام فوٹوگرافی میں ہم منعکس روشنی سے ایسے نئے ایفیکٹس پیدا کر سکتے ہیں جو روشنی کے بہت سے منبعوں سے آتے معلوم ہوں۔ اب تک ایسا کرنا ناممکن تھا۔ چونکہ ہم فوٹونز کو سپیس میں سفر کرتے دیکھ سکتے ہیں اس لیے ہم فوٹونز کی حرکات کا تجزیہ کر سکتے ہیں اور یوں ایسی تصویریں بنا سکتے ہیں جن کو دیکھ کر ایسا محسوس ہو گویا یہ بہت مہنگے سٹوڈیو میں بنائی گئی ہوں۔

ویڈیو لنک:

http://video.mit.edu/watch/visualizing-video-at-the-speed-of-light-one-trillion-frames-per-second/9742-

ایک نوری سال لمبی راڈ

سوال: اگر ہم ایک نوری سال لمبی راڈ بنائیں اور اس کے ایک سِرے کو ہلائیں تو دوسرا سِرا ابھی ہلنے لگے گا۔ کیا اس کا مطلب یہ نہیں ہے کہ اس راڈ میں انفارمیشن ایک سِرے سے دوسرے سِرے تک فوراً یعنی instantaneously منتقل ہو رہی ہے؟ کیا یہ آئن سٹائن کے اس دعوے کی خلاف ورزی نہیں ہے کہ کوئی انفارمیشن روشنی کی رفتار سے زیادہ تیزی سے سفر نہیں کر سکتی؟

جواب: کوئی بھی میکانی فورس کسی بھی جسم میں ہمیشہ آواز کی رفتار سے سفر کرتی ہے جو کہ روشنی کی رفتار سے لاکھوں گُنا کم ہے۔ یہی نہیں بلکہ اگر آپ ایک نوری سال لمبی راڈ کے ایک سِرے کو ایک میٹر تک دھکیلیں تو یہ حرکت کبھی دوسرے سِرے تک پہنچ ہی نہیں پائے گی۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ یہ راڈ مالیکیولز سے بنی ہے اور مالیکیولز آپس میں ایک دوسرے سے رگڑ کھاتے ہیں یعنی ان میں friction ہوتی ہے۔ جب آپ اس راڈ کے ایک سِرے کو ہلاتے ہیں تو آپ اس سِرے کے مالیکیولز پر قوت صَرف کرتے ہیں۔ یہ مالیکیول اپنی جگہ سے حرکت کرتے ہیں تو اپنے ساتھ جُڑے مالیکیولز کو بھی اپنی جگہ سے حرکت پر مجبور کرتے ہیں، یعنی اپنے اوپر لگنے والی قوت ہمسایہ مالیکیولز کو منتقل کرتے ہیں۔ اس عمل میں نہ صرف وقت صَرف ہوتا ہے بلکہ یہ قوت ہمسایہ مالیکیولز میں مختلف سمتوں میں لگتی ہے جس کی وجہ سے مالیکیولز میں مختلف یعنی random سمتوں میں حرکت ہونے لگتی ہے، یعنی مالیکیولز کی حرکی توانائی بڑھ جاتی ہے۔ مالیکیولز کی حرکی توانائی کا دوسرا نام درجہِ حرارت ہے۔ یعنی اس مقام پر راڈ کا درجہِ حرارت بڑھ جاتا ہے۔

گویا جیسے جیسے یہ توانائی اس راڈ کے ایک سِرے سے دوسرے سِرے کی طرف سفر کرتی ہے، اس کا کچھ حصہ ہر لمحے حرارت میں تبدیل ہوتا رہتا ہے اور اگلے مالیکیول تک پہنچنے والی توانائی کم ہوتی جاتی ہے۔ پہلے سِرے سے چند کلومیٹر دُور ہی یہ حرکت اتنی کم ہو جائے گی کہ اسے محسوس کرنا بھی ممکن نہیں ہو گا۔ لیکن اگر ہم بالفرض اس راڈ کے ایک سِرے کو اتنی زیادہ حرکت دیں کہ اس توانائی کا کچھ حصہ دوسرے سِرے تک پہنچ جائے تو بھی دوسرے سِرے تک یہ حرکت فوراً نہیں پہنچے گی۔ ایک نوری سال کا فاصلہ طے کرنے کے لیے آواز کو کئی لاکھ سال کا عرصہ درکار ہو گا۔

اس کا مطلب یہ ہے کہ اس راڈ میں انفارمیشن روشنی کی رفتار سے زیادہ تیزی سے سفر نہیں کرتی بلکہ روشنی کی رفتار سے بھی سفر نہیں کرتی بلکہ صرف آواز کی رفتار سے سفر کرتی ہے۔ عام حالات میں ہم جن راڈز کے ساتھ کوئی بھی interaction کرتے ہیں ان کی لمبائی زیادہ سے زیادہ چند میٹرز ہی ہوتی ہے۔ اس راڈ میں بھی جب ایک سِرے کو حرکت دی جائے تو اس حرکت کو راڈ کے دوسرے سِرے تک پہنچنے میں کچھ وقت درکار ہوتا ہے۔ مختلف دھاتوں میں آواز کی رفتار مختلف ہوتی ہے۔ ایلومینیم کی بنی راڈ میں آواز کی رفتار تقریباً ساڑھے چھ کلومیٹر فی سیکنڈ ہوتی ہے۔ چنانچہ اگر کوئی راڈ ساڑھے چھ میٹر لمبی ہو اور اس کا ایک سِرا ہلائیں تو اس حرکت کو راڈ کے دوسرے سِرے تک پہنچنے میں تقریباً ایک ملی سیکنڈ درکار ہو گا۔ انسانی آنکھ اس راڈ کے دونوں سِروں کے حرکت کے اوقات میں ایک ملی سیکنڈ کا عرصہ محسوس کرنے کے قابل نہیں ہے اس لیے عام مشاہدے میں یہی آتا ہے کہ جب ہم راڈ کے ایک سِرے کو حرکت دیتے ہیں تو اس کا دوسرا سِرا بھی فوراً ہی حرکت کرنے لگتا ہے۔ تاہم حساس آلات استعمال کر کے تجربات کیے جائیں تو اس فرق کا آسانی سے مشاہدہ کیا جا سکتا ہے۔

کچھ لوگ اس سوال کے جواب میں یہ اعتراض کرتے ہیں کہ یہ سوال بے معنی ہے کیونکہ ایک نوری سال لمبی راڈ بنانا ہی ممکن نہیں ہے۔ لیکن یہ اعتراض درست نہیں ہے۔ سائنس کے اصولوں کو سمجھنے کے لیے خیالی تجربات (thought experiments) کرنا سائنس پڑھانے اور سمجھنے کا ایک مسلّمہ طریقہ ہے۔ آئن سٹائن نے نظریہ اضافت کے بنیادی اصول اسی طرح خیالی تجربات پر غور و فکر کر کے ہی اخذ کیے تھے۔

(یہ آرٹیکل مشہور ویب سائٹ "قیورا" پر پوچھے گئے سوال پر 'پروفیسر وکٹر ٹوتھ' کے دیئے گئے جواب کے ترجمہ پر مشتمل ہے۔)

کیا ٹائم ٹریول ممکن ہے؟

فرض کریں کہ آپ کے پاس ایک ایسی گھڑی ہے جو آپ کو ماضی یا مستقبل میں سفر کرنے دے۔ ایک دن آپ کے دل میں خواہش پیدا ہوتی ہے کہ آپ سنہ 1920 میں پہنچ جائیں اور اپنے دادا کو ہلاک کر دیں۔ آپ اس گھڑی کے کچھ بٹن دباتے ہیں اور اچانک اپنے آپ کو اپنے دادا کے ساتھ پاتے ہیں جو اپنے کنوارپن کے دور میں کسی پہاڑ پر کھڑے قدرت کے نظاروں سے لطف اندوز ہو رہے ہیں۔ آپ کو اپنے دادا کبھی بھی اتنے پسند نہیں تھے۔ آپ اپنے دادا کو پہاڑ سے دھکا دے دیتے ہیں اور وہ ہزاروں میٹر گہری کھائی میں جا گرتے ہیں۔

لیکن ٹھہریے! اگر آپ نے اپنے دادا کو اپنے والد کی پیدائش سے پہلے ہی ہلاک کر دیا تو اس کا مطلب یہ ہے کہ آپ کے پیدا ہونے کا کوئی امکان نہیں۔ اگر آپ پیدا نہیں ہوئے تو ظاہر ہے کہ آپ کے ماضی میں جانے کا بھی کوئی امکان نہیں چنانچہ آپ کا اپنے دادا کو قتل کرنے کا بھی کوئی امکان نہیں کیونکہ آپ تو پیدا ہی نہیں ہوئے۔ اگر آپ نے اپنے دادا کو قتل نہیں کیا تو اس کا مطلب یہ ہوا کہ ان کے ہاں آپ کے والد پیدا ہوں گے اور آپ کے والد کے ہاں آپ پیدا ہوں گے۔ چنانچہ اس بات کا امکان ہے کہ آپ ماضی میں جا سکیں گے اور اپنے دادا کو قتل کر سکیں گے۔ یہ تناقض grandfather paradox کہلاتا ہے اور اس قسم کے تناقضات ماضی میں سفر کرنے کو عملاً ناممکن بنا دیتے ہیں۔

گرینڈ فادر پیراڈاکس میں کئی دہائیوں پر محیط ماضی میں جانا ہوتا ہے۔ اب ہم ایک ایسی مثال لیتے ہیں جس میں وقت کا یہ فرق کم ہے۔ فرض کیجیے کہ آپ اور میں ایک جیسی گھڑیاں پہنے ہوئے ہیں اور ہم دونوں ان گھڑیوں کا وقت ملا کر یہ یقین کرتے ہیں کہ دونوں گھڑیاں ایک ہی وقت دکھا رہی ہیں۔ اس کے بعد میں سپیس شٹل میں خلا میں جاتا ہوں جہاں میں 28000 کلومیٹر فی گھنٹہ کی رفتار سے سفر کرتا ہوں۔ زمین کے گرد کچھ چکر لگانے کے بعد میں دوبارہ زمین پر اترتا ہوں اور دونوں گھڑیوں میں وقت دیکھتا ہوں تو معلوم ہوتا ہے کہ میری گھڑی کچھ پیچھے ہو گئی ہے۔ اگرچہ یہ فرق بہت ہی کم ہے لیکن یہ فرق موجود ضرور ہے۔ اس مظہر کو time dilation کہتے ہیں۔ آئن سٹائن کے نظریے کے مطابق جب اشیا یا تو انتہائی تیز رفتاری سے سفر کرتی ہیں یا بہت طاقتور کششِ ثقل کے اثر میں ہوتی ہیں تو وقت کی رفتار سُست ہو جاتی ہے۔ اس time dilation کی ایک مثال یہ ہے کہ جب خلاباز سپیس سٹیشن پر چھ ماہ کا عرصہ گزارنے کے بعد زمین پر واپس آتے ہیں تو ان کی عمر میں اضافہ زمین پر رہنے والے لوگوں کی عمر میں اضافے سے تقریباً پانچ ملی سیکنڈ کم ہوتا ہے۔ اگرچہ یہ فرق اتنا معمولی ہے کہ اسے نظر انداز کیا جا سکتا ہے لیکن اگر یہی خلاباز کسی ایسے خلائی جہاز میں چھ ماہ گزاریں جس کی رفتار روشنی کی رفتار کا 99٪ ہو تو یہ فرق بہت زیادہ ہو جائے گا۔ دلچسپ بات یہ ہے کہ اگر کسی شے کی رفتار روشنی کی رفتار کا 70٪ ہو تب بھی یہ فرق معمولی ہی رہے گا لیکن جیسے جیسے اس شے کی رفتار روشنی کی رفتار کے قریب ہوتی جائے گی یہ فرق بڑھتا جائے گا۔

اس سے بھی زیادہ حیران کُن بات یہ ہے کہ نظریہ اضافت کی رُو سے انتہائی تیز رفتار حرکت کی صورت میں حرکت کرنے والی شے کی لمبائی کم ہو جاتی ہے۔ اور یہی نہیں، حرکت کی سمت میں فاصلے بھی سُکڑ جاتے ہیں۔ اگر آپ کی رفتار روشنی کی رفتار کا 90٪ ہو اور آپ ایسے مقام پر جانا چاہتے ہوں جو دس نوری سال دُور ہے تو آپ شاید یہ توقع رکھیں گے کہ آپ کا یہ سفر گیارہ سال میں مکمل ہو گا۔ یہ درست ہے کہ اگر کوئی شخص

زمین سے آپ کے خلائی جہاز کا مشاہدہ کر رہا ہو تو وہ یہی مشاہدہ کرے گا کہ آپ کو اس سفر میں گیارہ سال لگے۔ لیکن اس خلائی جہاز میں موجود لوگوں کا مشاہدہ یہ ہو گا کہ یہ سفر صرف 4.4 سالوں میں ہی کٹ جائے گا۔

لیکن کیا یہ حقیقت میں ٹائم ٹریول ہے؟ اگرچہ ٹائم ٹریول کے عمومی تصور کے مطابق شاید اسے ٹائم ٹریول نہ کہا جاسکے لیکن اگر آپ سپیس اور ٹائم کو سمجھتے ہیں تو پھر اسے ٹائم ٹریول ہی کہا جائے گا۔ اگر آپ روشنی کی رفتار کے 90٪ کی رفتار سے واپس زمین پر آئیں تو آپ کی عمر میں تقریباً نو سال کا اضافہ ہوا ہو گا لیکن آپ کے وہ ساتھی جو زمین پر ہی رہے ان کی عمروں میں پورے 22 سال کا اضافہ ہو چکا ہو گا۔ چنانچہ ایک طرح سے یہ کہا جاسکتا ہے کہ آپ نے 13 سال مستقبل میں سفر کیا ہے۔

آیئے اسے ایک اور مثال سے سمجھتے ہیں۔ فلم Interstellar میں فلم کا مرکزی کردار کوپر اور اس کا عملہ ایک ایسے سیارے پر اترتے ہیں جس پر پانی موجود ہے اور جس کی کششِ ثقل زمین کی کشش سے 30 فیصد زیادہ ہے۔ یہ سیارہ ایک super massive black hole کے بہت نزدیک ہے جس کا نام Gargantua ہے جس کے گرد اس سیارے کی گردش کی رفتار روشنی کی رفتار کے 55 فیصد کے برابر ہے۔ ان دونوں وجوہات کا مجموعی نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ اس سیارے پر وقت کی رفتار پیچھے رہ جانے والے خلابازوں کے ریفرنس فریم کے وقت کے مقابلے میں 61000 گنا کم ہے۔ چنانچہ اس سیارے پر ایک گھنٹہ باقی خلابازوں کے سات سال کے برابر ہے۔ جب کوپر اپنے ریفرنس فریم میں اس سیارے پر تین گھنٹے گزار کر اپنے خلائی جہاز میں واپس جاتا ہے تو خلائی جہاز کے خلابازوں کی عمر میں 23 سال کا اضافہ ہو چکا ہوتا ہے۔ اگرچہ یہ فلم سائنس فکشن ہے لیکن نظریہ اضافت کی رو سے یہ درست ہے کہ خلابازوں کے ریفرنس فریم میں 23 سال گزر چکے ہوں گے۔ چنانچہ یہ کہا جاسکتا ہے کہ کوپر اور اس کے عملے نے 23 سال مستقبل میں سفر کیا۔

ابھی تک ہم نے صرف مستقبل میں سفر کرنے پر بحث کی ہے۔ لیکن کیا ماضی میں سفر کرنا بھی ممکن ہے؟ کچھ سائنسدانوں کا خیال ہے کہ سپیس میں کچھ مخصوص طور پر سفر کرنے سے ماضی اور مستقبل دونوں میں جانا ممکن ہو سکتا ہے۔ لیکن ایسا کرنے کے لیے ایک ایسی حرکت درکار ہو گی جسے closed time-like curve (CTC) کہا جاتا ہے۔ CTC سپیس ٹائم میں ایک قسم کا دائرہ ہے جو اصولی طور پر کسی کو اپنے ماضی میں جانے کا راستہ فراہم کر سکتا ہے۔

ماضی میں سفر کرنے سے متعلق سائنس انتہائی پیچیدہ اور بہت سی قیاس آرائیوں پر مبنی ہے۔ بہت سے سائنس دانوں کا خیال ہے کہ ماضی میں سفر منطقی طور پر ممکن نہیں ہے کیونکہ اس سے علت (causality) کے قوانین کی نفی ہوتی ہے۔ اس کی بہترین مثال grandfather paradox ہے جس پر اس تحریر کے شروع میں بات ہوئی تھی۔ اگر ان سائنسدانوں کا دعویٰ درست ہے کہ ماضی میں سفر کرنے سے بہت سے تناقضات پیدا ہو سکتے ہیں تو اس کا منطقی نتیجہ یہی نکلتا ہے کہ ماضی میں سفر ناممکن ہے۔ اس کے برعکس اگر نوواکوف کا self-consistency کا اصول درست ہے تب ماضی میں جانے کا امکان موجود ہے۔ نوواکوف کا اصول یہ ہے کہ اگر کوئی ایسا واقعہ ممکن ہے جس سے تناقض پیدا ہونے کا اندیشہ ہو یا جس سے ماضی کے تبدیل ہو جانے کا امکان ہو تو ایسے واقعے کا امکان صفر ہے۔ چنانچہ ماضی میں سفر سے تناقضات کا پیدا ہونا ناممکن ہے۔ لیکن زیادہ تر سائنس دان نوواکوف کے اصول کو تسلیم نہیں کرتے۔

ایک اور امکان یہ ہے کہ ماضی میں سفر کے لیے ورم ہولز کو استعمال کیا جائے۔ اصولی طور پر نظریہ اضافت کی ریاضی سے ورم ہولز کی فزکس اخذ کی جاسکتی ہے۔ ماضی میں سفر کرنے کے لیے ہمیں transversable ورم ہول کی ضرورت پڑے گی۔ اور اس کے لیے آپ کو مزید پیچیدہ اور غیر مانوس فزکس کی ضرورت پڑے گی۔ transversable ورم ہول سے ماضی میں جانے کے لیے اسے دو طریقوں سے بنایا جاسکتا ہے۔ پہلا طریقہ یہ ہے کہ ورم ہول کے ایک سرے میں اسراع پیدا کر کے اسے روشنی کے قریب رفتار دی جائے اور اس کے بعد اس واپس دوسرے سرے کے پاس لایا جائے۔ Time dilation کی وجہ سے کسی دوسرے ریفرنس فریم میں موجود آبزرور کے لیے ورم ہول کے اس سرے میں وقت کی رفتار سست ہو گی جس نے روشنی کی رفتار کے قریب رفتار سے سفر کیا۔ دوسرا طریقہ یہ ہے کہ ورم ہول کا ایک سرا کسی بلیک ہول کے پاس لے جائیں تاکہ اس کے ایک سرے پر کششِ ثقل دوسرے سرے کی نسبت بہت زیادہ ہو۔ اس کے بعد دونوں سروں کے پھر سے ایک دوسرے کے پاس لایا جائے۔

ورم ہول کے کانسیپٹ کو سمجھنا بہت مشکل کام ہے۔ اسے ایک مثال سے سمجھنے کی کوشش کرتے ہیں۔ فرض کیجیے کہ سنہ 2000 میں ہم دونوں اپنی گھڑیوں کو ملاتے ہیں۔ اس کے بعد میں اپنے خلائی جہاز میں اس ورم ہول کے ایک سِرے پر پہنچتا ہوں اور اس سِرے کو پکڑ کر روشنی کی سی رفتار سے سفر کرتا ہوں۔ چار سال سفر کرنے کے بعد میں اس ورم ہول کے سِرے کو واپس لے آتا ہوں۔ اب میری گھڑی سنہ 2004 دکھا رہی ہو گی لیکن آپ کی گھڑی سنہ 2012 دکھا رہی ہو گی۔ اب اگر کوئی شخص 2012 میں ورم ہول کے اس سِرے میں داخل ہو جائے جسے پکڑ کر ہم نے تیز رفتار سے سفر کیا تھا اور دوسرے سِرے سے باہر نکل آئے تو وہ اپنے آپ کو سنہ 2004 میں پائے گا۔ وہ ہو گا تو سپیس کے اُسی مقام پر جہاں وہ پہلے تھا لیکن اب وہ 8 سال ماضی میں ہو گا۔

اس مفروضے کو کاغذ کے ایک ورق سے آسانی سے سمجھا جاسکتا ہے۔ اس کاغذ کو سپیس ٹائم تصور کیجیے۔ ورم ہول خمیدہ سپیس ٹائم ہے جس میں ایک داخل ہونے کا راستہ ہے اور ایک خارج ہونے کا۔ اسے یوں سمجھیے کہ کاغذ کو موڑ کر دہرا کر دیا گیا ہے اور ان دونوں پرتوں میں ایک سوراخ کر دیا گیا ہے۔ آپ ان دونوں سوراخوں کے درمیان موجود کاغذ یعنی سپیس ٹائم کو گزار کر ایک نقطے سے دوسرے نقطے پر پہنچنے کے بجائے ان سوراخوں سے گزر کر ایک جگہ سے دوسری جگہ پہنچ رہے ہیں۔

اس قسم کے ورم ہول میں ایک مسئلہ یہ ہے کہ آپ ماضی میں سفر تو کر سکتے ہیں لیکن ورم ہول کے پیدائش سے پہلے کے دور میں نہیں جاسکتے۔ چنانچہ یہ ماضی میں جانے کا ذریعہ نہیں بن سکتا اگرچہ اس کے ذریعے وقت کو شارٹ سرکٹ کیا جاسکتا ہے۔ اس سے یہ تو ممکن ہو سکتا ہے کہ مستقبل کی مخلوق اس کے ذریعے اپنے ماضی میں اس وقت تک پہنچ جائے جب یہ ورم ہول تخلیق کیا گیا تھا لیکن اگر یہ ورم ہول آج تخلیق کیا جائے تو ہم اسے استعمال کر کے ڈائنوسارز کے عہد میں نہیں جاسکتے۔

وقت میں سفر کرنے کا ایک اور ممکنہ طریقہ یہ ہے جس میں انسان کے جسم کو لمبے عرصے کے لیے محفوظ کر لیا جائے جسے Cryopreservation کہا جاتا ہے۔ سائنس کا وہ شعبہ جس میں انسانوں کو لمبے عرصے کے لیے محفوظ کرنے پر ریسرچ کی جاتی ہے Cryonics کہلاتا ہے۔ اس پر 1960 کی دہائی سے ریسرچ کی جارہی ہے۔ اسے زیادہ سے زیادہ قیاسی سائنس کہا جاسکتا ہے۔ اس کے حامیوں کا کہنا ہے کہ موت

ایک خاص وقت پر نہیں آتی بلکہ موت ایک پیچیدہ عمل ہے۔ اگر اس عمل کے شروع ہونے سے پہلے ہی انسان کو محفوظ کر لیا جائے تو انسان کو غیر معینہ مدت کے لیے محفوظ کیا جاسکتا ہے۔ لیکن مسئلہ یہ ہے کہ انسانوں کے مرنے سے پہلے انہیں منجمد کر دینا غیر قانونی ہے۔ چنانچہ اگر کوئی شخص اپنا جسم محفوظ کروانا چاہے تو اسے اس کی کلینکل موت کے فوراً بعد منجمد کر دیا جاتا ہے۔ جسم کے درجہِ حرارت کو منفی 130 ڈگری سینٹی گریڈ پر رکھنے سے اس بات کا امکان ہے کہ دماغ کے سٹرکچرز سالوں تک محفوظ رہیں گے تاکہ مستقبل کے ڈاکٹر اور سائنس دان بہتر ٹیکنالوجی سے اس شخص کو دوبارہ زندہ کر سکیں۔

اس قدر کم درجہِ حرارت سے انسانی جسم کو نقصان بھی ہوتا ہے خواہ اسے محفوظ کرنے میں کتنی ہی احتیاط کیوں نہ برتی جائے۔ چنانچہ آج کے ڈاکٹر صرف یہ امید ہی کر سکتے ہیں کہ مستقبل میں ٹیکنالوجی اتنی ترقی یافتہ ہو جائے گی کہ محفوظ شُدہ دماغ کو مالیکیولر لیول پر دوبارہ سرگرم کیا جاسکے تاکہ دماغ کے پراسیسز دوبارہ شروع ہو سکیں اور دماغ کام کرنا شروع کر دے۔ اگر مستقبل میں ٹیکنالوجی اتنی ترقی کر لے کہ اس طرح سے محفوظ شُدہ انسانوں کو دوبارہ زندہ کیا جاسکے تو یہ انسان مستقبل میں سفر کر چکے ہوں گے۔ یہ اتنا آسان نہیں جتنا سائنس فکشن کی کہانیوں میں دکھایا جاتا ہے لیکن اصولاً ایسا کرنا ممکن ہے۔

تو مختصراً یہ ہے ٹائم ٹریول۔ آپ انتہائی تیز رفتار سے سفر کر کے یا Cryopreservation کی ٹیکنالوجی سے مستقبل میں تو سفر کر سکتے ہیں لیکن ماضی میں سفر ناممکن ہے۔ کوانٹم فزکس اور ٹائم ٹریول کی سائنس انتہائی پیچیدہ ہے جسے سمجھنا عام قاری کے بس کی بات نہیں۔ چنانچہ ہم شاید یہ سمجھنے سے تو قاصر ہوں گے کہ سپیس ٹائم کیسے کام کرتا ہے۔ لیکن کیا پتہ ایک دن مستقبل بعید سے کوئی مسافر آئے اور ہمیں ٹائم ٹریول کی ٹیکنالوجی سکھا دے۔ لیکن ایسا کرنا خود سے ایک تناقض کا باعث بھی بن سکتا ہے۔

اس آرٹیکل کو مزید بہتر طریقے سے سمجھنے کے لئے ذیل میں دیئے گئے لنک سے ویڈیو دیکھیں۔

ویڈیو لنک:

https://www.youtube.com/watch?v=pQC3ErD1YwE

وقت صرف ایک سمت میں ہی کیوں بہتا ہے؟

کائنات میں زیادہ تر مظاہر reversible ہوتے ہیں، یعنی فزکس کو اس بات سے کوئی فرق نہیں پڑتا کہ ہم فزکس کے قوانین کی مدد سے مستقبل کی پیش گوئی کر رہے ہیں یا ماضی کی۔ فزکس کے قوانین دونوں صورتوں میں درست جواب دیتے ہیں۔

انٹروپی

لیکن یہ اصول تمام مظاہر پر لاگو نہیں ہوتا۔ خاص طور پر انٹروپی (Entropy) ایک ایسا مظہر ہے جو کسی بھی سسٹم میں صرف ایک ہی سمت میں جاتا ہے یعنی کسی بھی آئسولیٹڈ سسٹم کی اینٹروپی یعنی بے ترتیبی (disorder) میں وقت کے ساتھ ساتھ اضافہ ہوتا ہے کبھی کمی نہیں ہوتی۔ یہ حرحرکیات یعنی تھرموڈائنیمکس کا بنیادی اصول ہے۔

لیکن انٹروپی کا بڑھنا ایک ایمرجنٹ پراپرٹی (emergent property) ہے یعنی یہ خصوصیت انفرادی پارٹیکلز میں نہیں ہوتی بلکہ صرف ان سسٹمز میں ہوتی ہے جن میں بے شمار ایٹم موجود ہوں۔ ان سسٹمز میں انفرادی پارٹیکلز کی حرکات کا مجموعی نتیجہ یا اوسط، انٹروپی کو ڈیفائن کرتا ہے۔ گویا وقت کی سمت کا تعین صرف ان سسٹمز کے لیے ممکن ہے جو بہت سے ایٹموں کا مجموعہ ہوں۔ چنانچہ سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ کیا بنیادی پارٹیکلز کے نقطۂ نظر سے بھی وقت کی سمت کا تعین ہو سکتا ہے۔ دوسرے لفظوں میں، کیا انفرادی پارٹیکلز کے سکیل پر بھی کوئی فطری پراسیس ایسا ہے جو حال سے مستقبل کی طرف جائیں تو مختلف ہوتا ہے لیکن حال سے ماضی کی طرف جائیں تو مختلف؟ حیرت انگیز طور پر اس سوال کا جواب ہے 'جی ہاں، ایسا پراسیس موجود ہے'۔

سمٹریز

پارٹیکل فزکس میں تین بنیادی سمٹریز (symmetries) موجود ہیں جن کے بارے میں ماہرین کی توقع تھی کہ وہ ہمیشہ قائم رہتی ہیں: چارج سمٹری، پیریٹی (parity) سمٹری، اور ٹائم سمٹری۔ ٹائم سمٹری کا مطلب یہ ہے کہ اگر وقت اُلٹی طرف چل رہا ہو تو بھی فطری پراسیسز یعنی بنیادی پارٹیکلز کے تعاملات عین اسی طرح کام کرتے ہیں جس طرح وقت کی درست سمت میں چلنے کی صورت میں کرتے ہیں۔ چارج سمٹری کا مطلب ہے کہ کسی بھی بنیادی تعامل میں شامل ہر پارٹیکل کے چارج کو الٹ دیا جائے (یعنی مثبت چارج والے پارٹیکلز کا چارج منفی کر دیا جائے اور منفی چارج والے پارٹیکلز کا چارج مثبت کر دیا جائے) تو ایسا کرنے سے ان تعاملات پر کوئی اثر نہیں پڑتا۔ گویا مثبت یا منفی صرف ایک نام یا لیبل ہے جو ہم نے دو مختلف چارجز کو دے رکھا ہے ورنہ مثبت اور منفی چارج کے تعاملات میں کوئی فرق نہیں ہے، سوائے اس کے کہ یہ دونوں ایک دوسرے کے الٹ ہیں۔

پیریٹی سمٹری کا مطلب ہے کہ اگر ہم پارٹیکلز کی سمت الٹا دیں یعنی ان کا mirror image لیں تو ان کی خصوصیات میں کوئی فرق نہیں پڑے گا۔ اسے اس طرح سے سمجھیے کہ کائنات میں جو بھی تعاملات ہو رہے ہیں اگر انہیں ایک آئینے میں دیکھا جائے تو وہ تعاملات کیسے ہوں گے۔

اگر آپ غور کریں تو آئینے میں ہمارا دایاں ہاتھ بایاں معلوم ہوتا ہے اور بایاں ہاتھ دایاں۔ اسی طرح اگر پارٹیکلز کا mirror image بنایا جائے تو طبعی قوانین کو کوئی فرق نہیں پڑتا اور پارٹیکلز کے mirror images کے تعاملات بھی عین اسی طرح سے ہوتے ہیں جس طرح سے نارمل پارٹیکلز کے تعاملات ہوتے ہیں۔ اسے ہم یوں بھی کہہ سکتے ہیں کہ کسی بھی تجربے کے نتائج دیکھ کر ہم یہ فیصلہ نہیں کر سکتے کہ یہ تجربہ عام پارٹیکلز پر کیا گیا یا ان کے mirror images پر، کیونکہ دونوں صورتوں میں نتائج یکساں ہوں گے۔

ان سمٹریز کو بالترتیب چارج سمٹری C، پیریٹی سمٹری P، اور ٹائم سمیٹری T کہا جاتا ہے۔ 1950 تک ماہرین کو یقین تھا کہ یہ تمام سمٹریز فطرت میں ہمیشہ قائم رہتی ہیں اور ان کی خلاف ورزی ممکن نہیں ہے۔ 1956 میں دو سائنس دانوں نے ایک پیپر میں اس بات کی طرف سائنس دانوں کی توجہ مبذول کروائی کہ ابھی تک ایسا کوئی تجربہ نہیں کیا گیا جس میں weak nuclear force کی پیریٹی سمٹری کو ٹیسٹ کیا گیا ہو۔ اس سال کے آخر میں امریکہ کی کولمبیا یونیورسٹی میں کچھ سائنس دانوں نے کرسمس کی چھٹیوں میں جانے کے بجائے ویک فورس کی سمٹری کو ٹیسٹ کرنے کے لیے تجربات کرنے کا پروگرام بنایا۔

پیریٹی سمٹری کی خلاف ورزی

اس تجربے کے لیے سائنس دانوں نے کوبالٹ 60 کے ایٹموں کو اس قدر ٹھنڈا کیا کہ ان کا درجہ حرارت 1/3000 کیلون (یعنی ایبسولیوٹ زیرو سے محض 1/3000 ڈگری سینٹی گریڈ زیادہ) تک گر گیا۔ اس کے بعد ان ایٹموں کو ایک طاقتور مقناطیسی فیلڈ میں رکھا گیا جس سے ان تمام ایٹموں کی سپن ایک ہی سمت میں ہو گئی۔ کوبالٹ 60 تابکار عنصر ہے اور ویک نیوکلیئر فورس کے تعاملات کی وجہ سے بِیٹا پارٹیکلز (یعنی الیکٹران) خارج کرتا ہے۔ اس تجربے میں کوبالٹ کے ایٹموں کی سپن کے نقطہ نظر سے ان خارج ہونے والے الیکٹرانز کی سمت ڈیٹیکٹ کی جا رہی تھی۔

اس تجربے میں پیریٹی سمٹری کو سمجھنے کے لیے فرض کیجیے کہ ہم اسی سسٹم کو ایک آئینے میں دیکھتے ہیں۔ حقیقت میں جو چیز آئینے سے جس قدر دُور ہے آئینے میں بھی اس چیز کی شبیہہ ہمیں اسی قدر دُور نظر آئے گی۔ البتہ اگر حقیقت میں کوئی شے کلاک وائز گھوم رہی ہے تو وہ شے آئینے میں بھی کلاک وائز ہی گھومتی نظر آئے گی۔ اس کا مطلب یہ ہوا کہ بنیادی پارٹیکلز کی سپن آئینے میں بھی عین وہی نظر آئے گی جو حقیقت میں ہے۔

عام طور پر کوبالٹ 60 کی تابکاری کے نتیجے میں خارج ہونے والے الیکٹران کے دائیں طرف یا بائیں طرف خارج ہونے کا امکان عین برابر ہوتا ہے کیونکہ تابکاری رینڈم ہوتی ہے۔ لیکن اگر تجربہ اس طرح سے ترتیب دیا گیا ہو کہ تجربے میں الیکٹرانز کے ایک سمت میں جانے کا امکان زیادہ ہے (مثلاً آئینے کی سمت میں) تو پھر پیریٹی سمٹری کی وجہ سے اس کے مِرر امیج (mirror image) کو بھی یہی دکھانا چاہیے کہ وہ الیکٹران امیج میں آئینے کی طرف آ رہا ہے۔ یہ بالکل اسی طرح ہے جیسے آپ آئینے کے سامنے ہوں اور آئینے کی طرف بڑھیں تو آپ کا عکس بھی آئینے کی طرف بڑھتا معلوم ہوتا ہے۔ لیکن چونکہ ہم یہ پہلے ہی دیکھ چکے ہیں کہ سپن کی سمت آئینے میں بھی وہی ہوتی ہے جو حقیقت میں ہوتی ہے (یعنی اگر ایٹم کلاک وائز سمت میں گھوم رہا ہے تو آئینے میں اس کا عکس بھی کلاک وائز سمت میں گھوم رہا ہو گا) اس لیے اگر ہم رائٹ ہینڈ رول کو استعمال کریں تو

حقیقی الیکٹران اور آئینے میں اس کے عکس کے اخراج کی سمت ایک ہی ہونا چاہیے۔ رائٹ ہینڈ رول یہ بتاتا ہے کہ اگر ہم دائیں ہاتھ کی انگلیوں کو گھما کر سپن کی سمت میں مٹھی بند کریں اور انگوٹھا کھڑا رکھیں تو انگوٹھا الیکٹران کے اخراج کی سمت کو ظاہر کرے گا)

اس کے برعکس اگر آئینے میں واقعی حقیقی تابکاری کا مِرر امیج ہے تو اصولاً آئینے میں تابکاری سے خارج ہونے والے الیکٹران کی سمت حقیقت میں تابکاری سے خارج ہونے والے الیکٹران کی سمت کا الٹ ہونی چاہیے۔ یعنی اگر حقیقت میں الیکٹران آئینے کی طرف خارج ہو رہا ہے تو آئینے میں بھی اس الیکٹران کو آئینے کی طرف آنا چاہیے۔ گویا آئینے میں عکس والے الیکٹران کو رائٹ ہینڈ رول کی خلاف ورزی کرنا چاہیے۔ اس سے ہم یہ نتیجہ نکال سکتے ہیں کہ اگر ہم ایٹم کی سپن اور الیکٹران کے اخراج کی سمت کو سٹڈی کریں تو ہم یہ معلوم کر سکتے ہیں کہ ہم حقیقی سسٹم کو دیکھ رہے ہیں یا اس کے عکس کو۔ اگر تجربے سے یہ ثابت ہو گیا کہ ہم حقیقی اور مِرر امیج کا فرق مشاہدات سے معلوم کر سکتے ہیں تو اس کا مطلب یہ ہو گا کہ کم از کم اس صورت میں پیریٹی سیمیٹری ٹوٹ رہی ہے۔

اس تجربے کے نتائج سائنس دانوں کی امیدوں کے خلاف یہی نکلے کہ اس تجربے میں پیریٹی سمٹری کی خلاف ورزی ہو رہی تھی۔ یعنی مِرر امیج میں الیکٹرانز رائٹ ہینڈ رول کی خلاف ورزی کر رہے تھے اور سپن کے مخالف سمت میں (یعنی جس سمت میں رائٹ ہینڈ رول کی پیش گوئی تھی اس سمت کے مخالف سمت میں) جا رہے تھے۔ اور یہ صرف چند گنے چُنے الیکٹران ہی ایسا نہیں کر رہے تھے بلکہ الیکٹرانز کی اکثریت پیریٹی سمٹری کی خلاف ورزی کر رہی تھی۔ اس کا واضح مطلب یہ تھا کہ ویک نیوکلیئر فورس پیریٹی سیمٹری کی پابندی نہیں کرتی۔

اس تجربے سے پارٹیکل فزکس کا ایک بنیادی مفروضہ غلط ثابت ہو گیا کہ تمام فطری قوتیں تمام سیمٹریز کی پابندی کرتی ہیں۔ فطرت لیفٹ ہینڈڈ اور رائٹ ہینڈڈ (یعنی کلاک وائز اور اینٹی کلاک وائز سپن) میں تفریق کرتی ہے۔ جب سائنس دانوں نے اس تجربے کے نتائج کا اعلان کیا تو تمام کی تمام فزکس کمیونیٹی بھونچکارہ گئی۔ وولف گینگ پالی جیسے بڑے اور نوبیل انعام یافتہ سائنس دان نے بھی ان نتائج کو تسلیم کرنے سے انکار کر دیا اور کہا کہ یقیناً اس تجربے کے ڈیزائن میں کوئی سقم ہے۔ لیکن جب اس تجربے کو ایک دوسری لیبارٹری میں آزادانہ طور پر دہرایا گیا اور جواب وہی آیا تو سائنس دانوں کو یہ تسلیم کرنا پڑا کہ کائنات واقعی پیریٹی سیمٹری کی خلاف ورزی کرتی ہے۔ یہ نتائج 1957 میں شائع ہوئے اور یہ اس قدر اہم تھے کہ اس دریافت پر 1957 کا نوبیل انعام سائنس دانوں کی اس ٹیم کو دیا گیا۔

چارج پیریٹی سمٹری

یہ دریافت اس قدر اہم تھی کہ اس کے نتیجے میں بنیادی پارٹیکل فزکس کو نئے سرے سے ترتیب دینے کی ضرورت تھی۔ تمام کی تمام فزکس کو نئے سرے سے ڈیفائن کرنا عملاً ناممکن تھا اس لیے کچھ سائنس دانوں نے ایک درمیانی راہ تلاش کر لی جس کی بنیاد امید پر قائم تھی۔ ان سائنس دانوں نے یہ خیال پیش کیا کہ ممکن ہے پیریٹی سمٹری کائنات کی بنیادی سمٹریز میں شامل نہ ہو۔ ممکن ہے کہ سمٹری ایک بلند تر لیول پر ہو۔ مثلاً چارج اور پیریٹی اکٹھے ہو کر ایک سمٹری بناتے ہوں۔ اسے چارج پیریٹی سمٹری یا CP سمٹری کا نام دیا گیا۔ اس تصور کا بنیادی نکتہ یہ تھا کہ اگر ہم بیک وقت

پارٹیکلز کا مِرر امیج لیں اور ساتھ ہی ساتھ پارٹیکلز کو اینٹی پارٹیکلز کے ساتھ تبدیل بھی کر دیں تو یہ سمٹری قائم رہے گی۔ اس تصور سے فزکس کی ساکھ وقتی طور پر بحال ہو گئی اور سائنس دانوں نے سُکھ کا سانس لیا۔

لیکن یہ سکون محض وقتی ثابت ہوا۔ 1964 میں سائنس دانوں کی ایک مختلف ٹیم نے ایک تجربے سے ثابت کیا کہ کچھ حالات میں چارج پیریٹی سمٹری کی خلاف ورزی بھی ممکن ہے۔ اس دریافت پر بھی سائنس دانوں کی اس ٹیم کو نوبیل انعام سے نوازا گیا۔ لیکن اب فزکس کے لیے ایک نیا مسئلہ آن کھڑا ہوا کہ فزکس کے دو بنیادی قوانین جن پر پارٹیکل فزکس استوار تھی غلط ثابت ہوئے۔ چنانچہ فزسسٹس کے لیے اب آخری حربہ یہ رہ گیا کہ ان تینوں سمٹریز کو ملا کر CPT سمٹری یعنی چارج، پیریٹی، اور ٹائم سمٹری کو ڈیفائن کریں۔ یعنی اب سائنس دانوں کی دلیل یہ تھی کہ شاید ویک نیوکلیئر فورس چارج پیریٹی سمٹری کی پابندی نہیں کرتی لیکن چارج، پیریٹی اور ٹائم کی سمٹری کی پابند ضرور ہے۔

چارج، پیریٹی، ٹائم سمٹری

ابھی تک چارج، پیریٹی اور ٹائم سمٹری کی خلاف ورزی کبھی دیکھنے میں نہیں آئی۔ سائنس دانوں کو یقین ہے کہ یہ سمٹری واقعی کائنات کا بنیادی اصول ہے۔ اگر کبھی کسی تجربے سے یہ ثابت ہو گیا کہ کچھ حالات میں کائنات کی کوئی بنیادی فورس اس سمٹری کی پابند نہیں ہے تو بنیادی فزکس کے بہت سے اصول غلط ثابت ہو جائیں گے، نظریہ اضافت اور کوانٹم فیلڈ تھیوری (جو کہ جدید فزکس کے بنیادی نظریات ہیں) دونوں غلط قرار پائیں گے، اور بنیادی فزکس کو نئے سرے سے سمجھنا پڑے گا۔

تو چلیے ہم یہ فرض کر لیتے ہیں کہ CPT سمٹری کائنات کا بنیادی اصول ہے جس کی خلاف ورزی ممکن نہیں ہے۔ لیکن ہم یہ دیکھ چکے ہیں کہ چارج اور پیریٹی کی سمٹری کی خلاف ورزی ممکن ہے۔ اس لیے اگر CPT کی خلاف ورزی ممکن نہیں ہے تو اس کا لازمی منطقی نتیجہ یہ نکلتا ہے کہ ٹائم سمٹری بھی بنیادی سمٹری نہیں ہو سکتی۔ ایسا ممکن نہیں ہے کہ CPT کی سمٹری بنیادی ہو، CP کی خلاف ورزی ممکن ہو لیکن T یعنی ٹائم کی سمٹری کی خلاف ورزی ممکن نہ ہو۔

سائنس دانوں کو نہ صرف یہ یقین ہے کہ کائنات میں ٹائم سمٹری بنیادی سمٹری نہیں ہے بلکہ انہوں نے تجربات میں ٹائم سمٹری کی خلاف ورزی کا مشاہدہ بھی کیا ہے۔ مثال کے طور پر جب دو قوارکس سٹرانگ فورس کی وجہ سے ایک دوسرے سے منسلک ہوتے ہیں تو اس مظہر کی دو کنفیگریشنز (configurations) ممکن ہیں۔ ویک فورس کے تعاملات کی وجہ سے یہ سسٹم ان دونوں کنفیگریشنز کے درمیان آسیلیٹ (Oscillate) کرتا رہتا ہے۔ لیکن پہلی کنفیگریشن سے دوسری میں جانے اور دوسری سے پہلی میں واپس آنے میں جو وقت درکار ہوتا ہے وہ ایک سا نہیں ہے۔ چنانچہ اگر اس پراسیس کو ریکارڈ کیا جائے تو اس ویڈیو کو نارمل طور پر چلانے اور ریورس میں چلانے سے تعاملات کے درمیان وقفہ مختلف نظر آئے گا۔ ٹائم کی سمٹری ٹوٹنے کا یہی مطلب ہوتا ہے۔ گویا کم از کم کچھ صورتوں میں بنیادی پارٹیکلز ماضی اور مستقبل میں تفریق کر سکتے ہیں۔ حرحرکیات کا دوسرا قانون ہی وہ واحد قانون نہیں ہے جس کی وجہ سے ماضی اور مستقبل الگ الگ ہوتے ہیں۔

کائنات میں وقت کے ایک ہی سمت چلنے کی کیا وجہ ہے؟ ہمیں یہ موضوعی طور پر کیوں محسوس ہوتا ہے کہ وقت ایک ہی سمت میں چلتا ہے؟ کیا کائنات کے وقت کی سمت اور ہمارے وقت کو ایک ہی سمت میں حرکت کرنے کے احساس کی وجہ ایک ہی ہے؟ ان سوالات کا جواب ہمیں معلوم نہیں ہے۔ لیکن یہ بات انتہائی دلچسپ ہے کہ ایک سو سال پہلے تک فزسسٹ جن بنیادی سمٹریز کو فطرت کے اٹل قوانین سمجھتے تھے مختلف تجربات میں بنیادی پارٹیکلز کو ان تینوں سمٹریز کی خلاف ورزی کرتے پایا گیا۔ کیا CPT سمٹری کائنات کا بنیادی قانون ہے یا پھر مستقبل میں اس کی خلاف ورزی بھی دریافت کر لی جائے گی جو اپنے ساتھ کوانٹم فزکس اور نظریہ اضافت کو بھی بہا لے جائے گی؟ یہ ایسے بنیادی سوالات ہیں جن کا جواب ہمیں معلوم نہیں ہے۔

اوریجنل انفارمیشن کا لنک:

https://www.facebook.com/veritasium/videos/1226474671167705

پچھلے حصوں کو ڈاؤنلوڈ کرنے کیلئے نیچے دیے گیے لنکس پر کلک کریں۔

پہلا حصہ	اس حصے میں کائنات کے آغاز اور بگ بینگ تھیوری کے بارے میں بات کی گئی ہے۔	Link
دوسرا حصہ	اس حصے میں بنیادی طور پر بلیک ہولز کو موضوع بحث بنایا گیا ہے۔	Link
تیسرا حصہ	یہ حصہ کائنات کے حوالے سے مختلف سوالات کے جوابات کو واضح کرتی ہے جس سے کائنات کو سمجھنے میں مدد ملتی ہے۔	Link
چوتھا حصہ	چاند پر انسان کیسے اُترا؟ کیا واقعی ایسا ہوا بھی تھا؟ یہ اور اپالو مشنز پر اسی قسم کے مزید بہت سے اعتراضات کا جواب اس حصے میں تفصیل سے دیا گیا ہے۔	Link
پانچواں حصہ	اس حصے میں زمین کے بارے میں بحث کی گئی ہے۔ زمین کی تاریخ، زمین پر پانی کہاں سے آیا اور اس قسم کے مزید دلچسپ ابحاث	Link
چھٹا حصہ	یہ حصہ کوانٹم فزکس کے اسرار کو آسان زبان میں کھولتی ہے۔	Link
ساتواں حصہ	اس حصے میں علم فلکیات کے مختلف موضوعات کو زیر بحث بنایا گیا ہے۔ اس کے مجموعی طور پر تین حصے ہیں۔	Link
آٹھواں حصہ	فلکیات سیریز کا دوسرا حصہ	Link
نواں حصہ	فلکیات سیریز کا تیسرا حصہ	Link